

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-179526

(43)Date of publication of application : 27.06.2003

---

(51)Int.Cl. H04B 5/02

G06K 17/00

H01Q 7/00

---

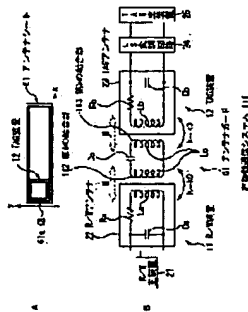
(21)Application number : 2001- (71)Applicant : SONY CORP  
377599

(22)Date of filing : 11.12.2001 (72)Inventor : KOBAYASHI MIYUKI  
KANEKO MASAYASU  
HOSOMI HIROSHI

---

(54) NON-CONTACT COMMUNICATION SYSTEM, AND AUXILIARY DEVICE  
AND METHOD FOR NON-CONTACT COMMUNICATION

図



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To extend a communication range.

SOLUTION: A non-contact communication system comprises an R/W device 11 provided with an R/W antenna 22 resonating with a communication carrier frequency, a TAG device 12 provided with a TAG antenna 23 resonating with the communication carrier frequency, and an antenna sheet 61 operating as an antenna resonating with the communication carrier frequency. The R/W antenna 22 is electromagnetically coupled with a first coupling part 112 of the antenna sheet 61, and a second coupling part 113 is electromagnetically coupled with the TAG antenna 23 by a circulating magnetic field around a lead of the second coupling part 113 or the TAG antenna 23 produced by a line current flowing through the lead. The R/W device 11 and the TAG device 12 carry out non-contact communication with each other via the electromagnetically coupled R/W antenna 22, the antenna sheet 61, and the TAG antenna 23.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.12.2004

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The 1st non-contact communication device equipped with the 1st antenna which resonates to a communication link carrier frequency, The 2nd non-contact communication device equipped with the 2nd antenna which resonates to said communication link carrier frequency, While it consists of non-contact communication auxiliary equipment equipped with the 3rd antenna which resonates to said communication link carrier frequency and said the 1st and said 3rd antenna carry out an electromagnetic coupling By the circulation field which the line current which flows to the lead wire of said the 2nd or said 3rd antenna generated around said lead wire It is the non-contact communication system which said the 2nd and said 3rd antenna carry out an electromagnetic coupling, and is mutually characterized by carrying out a non-contact communication link through said the 3rd and said 2nd antenna at said 1st [ the ] which carried out the electromagnetic coupling of said the 1st and said 2nd non-contact communication device and said 3rd antenna, and a list.

[Claim 2] It is the non-contact communication system according to claim 1 characterized by for said the 1st thru/or 3rd antenna being a loop antenna, and

the loop-formation area of said 2nd antenna being smaller than said the 1st and loop-formation area of said 3rd antenna.

[Claim 3] Said 2nd antenna is non-contact communication system according to claim 2 characterized by approaching said lead wire of said 3rd antenna, and being arranged.

[Claim 4] Said 2nd antenna is non-contact communication system according to claim 3 characterized by being arranged on said loop-formation side of said 3rd antenna.

[Claim 5] Said 2nd antenna is non-contact communication system according to claim 3 characterized by being arranged so that the direction of a normal of said 2nd antenna and the direction of a normal of said 3rd antenna may become perpendicular.

[Claim 6] While adjusting the 1st value of a geometric coupling coefficient in case said the 1st and said 3rd antenna carry out an electromagnetic coupling in the 1st distance between said the 1st and said 3rd antenna The 2nd value of a geometric coupling coefficient in case said the 2nd and said 3rd antenna carry out an electromagnetic coupling It adjusts to said the 2nd and loop-formation surface ratio of said 3rd antenna, and a list in the 2nd distance between said 2nd [ shorter than said 1st distance / the ] and said 3rd antenna. Non-contact communication system according to claim 1 characterized by making said the 1st and said 2nd value of said geometric coupling coefficient match with a predetermined value.

[Claim 7] Said 1st non-contact communication device is non-contact communication system according to claim 1 characterized by having further a generation means to generate the carrier signal of said communication link carrier frequency, and a carrier-signal transmitting means to superimpose the 1st information on said carrier signal generated by said generation means, and to transmit to it.

[Claim 8] A receiving means to receive said carrier signal to which said 2nd non-contact communication device was transmitted by said carrier-signal transmitting

means of said 1st non-contact communication device through said the 1st thru/or said 3rd antenna, A power acquisition means to acquire power from said carrier signal received by said receiving means, The 1st information acquisition means which acquires said 1st information on which said carrier signal received by said receiving means is overlapped, Non-contact communication system according to claim 7 characterized by having further an information output means to output the 2nd information, and a modulation means to change the receiving-end impedance of said 2nd antenna based on said 2nd information outputted by said information output means.

[Claim 9] A detection means to detect the variation of said receiving-end impedance of said 2nd antenna from which said 1st non-contact communication device changed with said modulation means of said 2nd non-contact communication device through said the 1st thru/or said 3rd antenna, It is based on the variation of said receiving-end impedance of said 2nd antenna detected by said detection means. Non-contact communication system according to claim 8 characterized by having further the 2nd information acquisition means which acquires said 2nd information outputted by said information output means of said 2nd non-contact communication device.

[Claim 10] The 1st non-contact communication device equipped with the 1st antenna which resonates to a communication link carrier frequency, By the circulation field which the line current which consists of the 2nd non-contact communication device equipped with the 2nd antenna which resonates to said communication link carrier frequency, and flows to the lead wire of said the 1st or said 2nd antenna generated around said lead wire It is the non-contact communication system which said the 1st antenna and said 2nd antenna carry out an electromagnetic coupling, and is characterized by carrying out a non-contact communication link mutually through said 1st [ the ] which carried out the electromagnetic coupling of said the 1st and said 2nd non-contact communication device, and said 2nd antenna.

[Claim 11] Said the 1st and said 2nd antenna are non-contact communication

system according to claim 10 characterized by being the loop antenna which has a loop-formation area different, respectively.

[Claim 12] Said the 1st and said 2nd antenna are non-contact communication system according to claim 11 characterized by being arranged, respectively so that the direction of a normal of said 1st antenna and the direction of a normal of said 2nd antenna may become perpendicular.

[Claim 13] It has the junction antenna which resonates to a communication link carrier frequency. Said junction antenna While an electromagnetic coupling is carried out to other 1st antenna which resonates to said communication link carrier frequency By the circulation field which the line current which flows to the lead wire of other 2nd antenna which resonates to the lead wire or said communication link carrier frequency of said junction antenna generated around said lead wire Non-contact communication auxiliary equipment which an electromagnetic coupling is carried out to said 2nd antenna, and is characterized by relaying the information and power which communicate between said the 1st and said 2nd antenna by non-contact.

[Claim 14] the 1st bond part which said junction antenna has the capacitor which constitutes the resonance circuit which resonates to said communication link carrier frequency, and an inductance, and carries out the electromagnetic coupling of said antenna coil to said 1st antenna, and said 2nd antenna and electromagnetism -- the non-contact communication auxiliary equipment according to claim 13 characterized by having the 2nd bond part to join.

[Claim 15] It is non-contact communication auxiliary equipment according to claim 16 which is further equipped with a sheet-like base material and is characterized by forming said antenna coil and said capacitor by the pattern on Men of said base material.

[Claim 16] Said the 1st and said 2nd bond part are non-contact communication auxiliary equipment according to claim 15 characterized by being constituted as said pattern of said same antenna coil.

[Claim 17] It is non-contact communication auxiliary equipment according to

claim 15 which the field of said base material consists of the 2nd Men who is not parallel to the 1st Men and said 1st Men, and is characterized by circulating through said pattern of said antenna coil over said 1st and said 2nd Men top.

[Claim 18] Non-contact communication auxiliary equipment according to claim 17 characterized by said 1st Men's direction of a normal and said 2nd Men's direction of a normal being perpendicular.

[Claim 19] Said 2nd antenna is non-contact communication auxiliary equipment according to claim 18 characterized by approaching said pattern of said antenna coil currently formed on said 1st [ the ] arranged or said 2nd Men, and being arranged while being arranged on said the 1st or said 2nd Men.

[Claim 20] While carrying out the electromagnetic coupling of said junction antenna and other 1st antenna which resonates to said communication link carrier frequency in the non-contact communication link auxiliary approach of non-contact communication auxiliary equipment equipped with the junction antenna which resonates to a communication link carrier frequency By the circulation field which the line current which flows to the lead wire of other 2nd antenna which resonates to the lead wire or said communication link carrier frequency of said junction antenna generated around said lead wire With said junction antenna by which was made to carry out the electromagnetic coupling of said junction antenna and said 2nd antenna, and the electromagnetic coupling was carried out to said the 1st and said 2nd antenna, respectively The non-contact communication link auxiliary approach characterized by relaying the information and power which communicate between said the 1st and said 2nd antenna by non-contact.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to non-contact communication auxiliary equipment and an approach at the non-contact communication system and the list which enabled it to extend a communication range about non-contact communication auxiliary equipment and an approach in non-contact communication system and a list.

[0002]

[Description of the Prior Art] IC (Integrated Circuit) card system to which non-contact communication technology was applied consists of so-called reader writer equipment (it is hereafter described as R/W equipment) which can store predetermined information in the IC card by non-contact while reading a portable IC card and the information memorized by the IC card by non-contact.

[0003] That is, IC card system is a high system of the convenience which can write informational in non-contact, and is used in recent years as the alternative system of the conventional magnetic type card system represented by a commuter pass and the authentication card, or a physical distribution system.

[0004] Moreover, an IC memory stores predetermined information in the store (for example, video cassette tape) of the tape system in which random access is impossible in index, and the non-contact communication system which enabled it to grasp the predetermined information without access to a storage easily by non-contact is used for it.

[0005] As for such non-contact communication system, it is indispensable



practically to operate in an instant only by holding up transponder equipments (it being hereafter described as TAG equipment), such as an IC card, in the field which R/W equipment generates.

[0006] Therefore, in utilization of non-contact communication system, the distance in which the instant actuation is possible (distance between R/W equipment and TAG equipment), i.e., a practical communication range, needs to be secured.

[0007] On the other hand, from the usefulness of non-contact communication technology, the application range is large and breadth and various TAG equipments are devised. For example, very small TAG equipment is devised as compared with the TAG equipment of the usual card size.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the non-contact communication system with which this micro TAG equipment is used, the communication range was limited very much to short distance, and the technical problem that reservation of a practical communication range was difficult occurred.

[0009] This invention is made in view of such a situation, and enables it to extend a communication range.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The 1st non-contact communication device equipped with the 1st antenna with which the 1st non-contact communication system of this invention resonates to a communication link carrier frequency, While it consists of the 2nd non-contact communication device equipped with the 2nd antenna which resonates to a communication link carrier frequency, and non-contact communication auxiliary equipment equipped with the 3rd antenna which resonates to a communication link carrier frequency and the 1st and 3rd antennas carry out an electromagnetic coupling By the circulation field which the line current which flows to the lead wire of the 2nd or 3rd antenna generated around lead wire, the 2nd and 3rd antennas carry out an electromagnetic

coupling. The 1st and 2nd non-contact communication devices It is mutually characterized by carrying out a non-contact communication link through the 3rd and 2nd antennas at the 1st and 3rd antennas which carried out the electromagnetic coupling, and a list.

[0011] The 1st thru/or the 3rd antenna are loop antennas, and the loop-formation area of the 2nd antenna can be smaller than the loop-formation area of the 1st and 3rd antennas.

[0012] The 2nd antenna approaches the lead wire of the 3rd antenna, and can be arranged.

[0013] The 2nd antenna can be arranged on the loop-formation side of the 3rd antenna.

[0014] The 2nd antenna can be arranged so that the direction of a normal of the 2nd antenna and the direction of a normal of the 3rd antenna may become perpendicular.

[0015] While adjusting the 1st value of a geometric coupling coefficient in case the 1st and 3rd antennas carry out an electromagnetic coupling in the 1st distance between the 1st and 3rd antennas The 2nd value of a geometric coupling coefficient in case the 2nd and 3rd antennas carry out an electromagnetic coupling It adjusts to the loop-formation surface ratio of the 2nd and 3rd antennas, and a list in the 2nd distance between the 2nd and 3rd antennas shorter than the 1st distance, and the 1st and 2nd values of a geometric coupling coefficient can be made to match with a predetermined value.

[0016] The 1st non-contact communication device can be further equipped with a generation means to generate the carrier signal of a communication link carrier frequency, and a carrier-signal transmitting means to superimpose the 1st information on the carrier signal generated by the generation means, and to transmit to it.

[0017] A receiving means to receive the carrier signal to which the 2nd non-contact communication device was transmitted by the carrier-signal transmitting means of the 1st non-contact communication device through the 1st thru/or the

3rd antenna, A power acquisition means to acquire power from the carrier signal received by the receiving means, The 1st information acquisition means which acquires the 1st information on which the carrier signal received by the receiving means is overlapped, An information output means to output the 2nd information, and a modulation means to change the receiving-end impedance of the 2nd antenna based on the 2nd information outputted by the information output means can be established further.

[0018] The 1st non-contact communication device can establish further the 2nd information acquisition means which acquires the 2nd information outputted by the output means of the 2nd non-contact communication device based on the variation of the receiving-end impedance of the 2nd antenna detected by detection means detect the variation of the receiving-end impedance of the 2nd antenna which changed with the modulation means of the 2nd non-contact communication device through the 1st thru/or the 3rd antenna, and the detection means.

[0019] In the 1st non-contact communication system of this invention While the electromagnetic coupling of the 1st antenna of the 1st non-contact communication device which resonates to a communication link carrier frequency, and the 3rd antenna of the non-contact communication auxiliary equipment which resonates to a communication link carrier frequency is carried out By the circulation field which the line current which flows to the lead wire of the 2nd antenna of the 2nd non-contact communication device which resonates to a communication link carrier frequency, or the 3rd antenna generated around lead wire The electromagnetic coupling of the 2nd and 3rd antennas is carried out, and a non-contact communication link is mutually carried out between the 1st and 2nd non-contact communication devices through the 3rd and 2nd antennas at the 1st and 3rd antennas and list by which the electromagnetic coupling was carried out.

[0020] The 1st non-contact communication device equipped with the 1st antenna with which the 2nd non-contact communication system of this invention

resonates to a communication link carrier frequency, By the circulation field which the line current which consists of the 2nd non-contact communication device equipped with the 2nd antenna which resonates to a communication link carrier frequency, and flows to the lead wire of the 1st or 2nd antenna generated around lead wire The 1st antenna and 2nd antenna carry out an electromagnetic coupling, and the 1st and 2nd non-contact communication devices are mutually characterized by carrying out a non-contact communication link through the 1st and 2nd antennas which carried out the electromagnetic coupling.

[0021] The 1st and 2nd antennas can be loop antennas which have a loop-formation area different, respectively.

[0022] The 1st and 2nd antennas can be arranged, respectively so that the direction of a normal of the 1st antenna and the direction of a normal of the 2nd antenna may become perpendicular.

[0023] In the 2nd non-contact communication system of this invention By the circulation field which the line current which flows to the lead wire of the 2nd antenna of the 2nd non-contact communication device which resonates to the 1st antenna or communication link carrier frequency of a non-contact communication device which resonates to a communication link carrier frequency generated around lead wire [ 1st ] The electromagnetic coupling of the 1st and 2nd antennas is carried out, and a non-contact communication link is mutually carried out between the 1st and 2nd non-contact communication devices through the 1st and 2nd antennas by which the electromagnetic coupling was carried out.

[0024] The non-contact communication auxiliary equipment of this invention is equipped with the junction antenna which resonates to a communication link carrier frequency. A junction antenna While an electromagnetic coupling is carried out to other 1st antenna which resonates to a communication link carrier frequency By the circulation field which the line current which flows to the lead wire of other 2nd antenna which resonates to the lead wire or the communication link carrier frequency of a junction antenna generated around lead wire An electromagnetic coupling is carried out to the 2nd antenna, and it is characterized

by relaying the information and power which communicate between the 1st and 2nd antennas by non-contact.

[0025] the 1st bond part which a junction antenna has the capacitor which constitutes the resonance circuit which resonates to a communication link carrier frequency, and antenna coil which acts as an inductance, and carries out the electromagnetic coupling of the antenna coil to the 1st antenna, and the 2nd antenna and electromagnetism -- it can have the 2nd bond part to join.

[0026] A sheet-like base material is formed further and antenna coil and a capacitor can be formed by the pattern on the field of a base material.

[0027] The 1st and 2nd bond parts can be constituted as a pattern of the same antenna coil.

[0028] The field of a base material consists of the 2nd field which is not parallel to the 1st field and the 1st field, and it can circulate through the pattern of antenna coil over a 1st and 2nd field top.

[0029] The direction of a normal of the 1st field and the direction of a normal of the 2nd field can be perpendiculars.

[0030] The 2nd antenna approaches the pattern of the antenna coil currently formed on the 1st [ which has been arranged ] or 2nd field, and can be arranged while being arranged on the 1st or 2nd field.

[0031] While the non-contact communication link auxiliary approach of this invention carries out the electromagnetic coupling of the junction antenna which resonates to a communication link carrier frequency, and other 1st antenna which resonates to a communication link carrier frequency By the circulation field which the line current which flows to the lead wire of other 2nd antenna which resonates to the lead wire or the communication link carrier frequency of a junction antenna generated around lead wire It is characterized by relaying the information and power which communicate between the 1st and 2nd antennas by non-contact with the junction antenna by which was made to carry out the electromagnetic coupling of a junction antenna and the 2nd antenna, and the electromagnetic coupling was carried out to the 1st and 2nd antennas,

respectively.

[0032] In the non-contact communication auxiliary equipment and the approach of this invention While the electromagnetic coupling of the junction antenna which resonates to a communication link carrier frequency, and other 1st antenna which resonates to a communication link carrier frequency is carried out By the circulation field which the line current which flows to the lead wire of other 2nd antenna which resonates to the lead wire or the communication link carrier frequency of a junction antenna generated around lead wire The information and power which communicate between the 1st and 2nd antennas are relayed by non-contact by the junction antenna with which the electromagnetic coupling of a junction antenna and the 2nd antenna was carried out, and the electromagnetic coupling was carried out to the 1st and 2nd antennas, respectively.

[0033]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 expresses the example of a configuration of the non-contact communication link basic system 1 by which this invention is applied.

[0034] As shown in drawing 1 , the non-contact communication link basic system 1 is a system in which the R/W equipment 11 which consists of the R/W main unit 21 and a R/W antenna 22, and the TAG antenna 23, the LS (Load Switching) modulation circuit 24 and the TAG equipment 25 that consists of the TAG main unit 25 carry out a non-contact communication link mutually.

[0035] Although illustration is not carried out to the R/W main unit 21, the decoder circuit for decoding a coding network, a Manchester code, etc. which are encoded to the microcomputer for controlling a communication link, a Manchester code, etc., the subcarrier generation circuit which generates the subcarrier (carrier signal) of a predetermined communication link carrier frequency, the ASK (Amplitude Shift Keying) modulation circuit, the ASK demodulator circuit, the power amplification circuit, etc. are prepared. In addition, the conventional R/W main unit can be used as the R/W main unit 21. Therefore, since he can understand easily the configuration and actuation of the component

of the R/W main unit 21 to this contractor, detailed explanation is omitted.

[0036] The R/W antenna 22 has the resonance circuit which consists of resistance  $R_a$ , a coil  $L_a$ , and a capacitor  $C_a$ . That is, the R/W antenna 22 operates also as an LCR resonance circuit which resonates to a predetermined communication link carrier frequency while the part of the coil  $L_a$  operates as a loop antenna.

[0037] The TAG antenna 23 has the resonance circuit which consists of resistance  $R_b$ , a coil  $L_b$ , and a capacitor  $C_b$  like the R/W antenna 22. That is, the TAG antenna 23 operates also as a \*\*\*\*\* LCRC resonance circuit to a predetermined communication link carrier frequency while operating as a loop antenna for the coil  $L_b$  part to carry out an electromagnetic coupling to the R/W antenna 22 by mutual-inductance  $M$ .

[0038] Although illustration is not carried out to the TAG main unit 25, the memory for memorizing the power-source generation circuit for IC, a clock extract circuit, a logical circuit, an ASK demodulator circuit, and data etc. is prepared. In addition, the conventional TAG main unit can be used as the TAG main unit 25. Therefore, since he can understand easily the configuration and actuation of the component of the TAG main unit 25 to this contractor, detailed explanation is omitted.

[0039] The LS modulation circuit 25 is a circuit where load resistance  $R_c$  and the MOS (Metal Oxide Semiconductor) switch 38 were connected to the serial.

[0040] Next, actuation of the non-contact communication link basic system 1 is explained.

[0041] If the TAG antenna 23 of TAG equipment 12 counters the R/W antenna 22 of R/W equipment 11 in a predetermined distance (communication range) and is arranged, they will resonate, respectively to the communication link carrier frequency of the communication link carrier signal outputted from the R/W main unit 21 while carrying out the electromagnetic coupling of the TAG antenna 23 and the R/W antenna 22 by mutual-inductance  $M$  by the field generated in the direction of a normal of the R/W antenna 22. Thereby, the non-contact

communication link of R/W equipment 11 and the TAG equipment 12 can be mutually carried out now through the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23.

[0042] In the R/W main unit 21, while encoding, an ASK modulation is carried out, and the data (the 1st information is called hereafter) transmitted from the R/W main unit 21 are supplied to the TAG main unit 25 through the LS modulation circuit 24 at the R/W antenna 22 which is carrying out the electromagnetic coupling and the TAG antenna 23, and a list as an ASK modulating signal (communication link carrier signal superimposed on the 1st information).

[0043] The supplied ASK modulating signal is decoded while getting over, in the TAG main unit 25, it serves as the 1st information on original, when this 1st information is data memorized by memory, the 1st information is memorized by memory, and on the other hand, when this 1st information is information read-out directions data, based on the 1st information, predetermined information is read from memory.

[0044] In addition, the signal of the dc component removed when an ASK modulating signal got over serves as power sources, such as IC (not shown).

[0045] The data (the 2nd information is called hereafter) read from such responses or memory are supplied to R/W equipment 11 from TAG equipment 12 as follows.

[0046] That is, in the LS modulation circuit 24, a switch 38 is switched according to the 2nd information (data of 0 or 1), and the equivalent load (load of the circuit which consists of a TAG antenna 23 and an LS modulation circuit 24 (resistance  $R_c$ )) of the antenna of the TAG equipment 12 seen from the R/W antenna 22 is changed.

[0047] This load effect appears as a load effect of the R/W antenna 22 in R/W equipment 11 by the electromagnetic coupling non-contact [ between the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 ]. Therefore, the R/W main unit 21 is decoding, while detecting this load effect as the amplitude fluctuation component (communication link carrier signal superimposed on the 2nd information), i.e., the ASK modulating signal, of a communication link carrier signal and restoring to



this, and acquires the 2nd information.

[0048] Thus, the non-contact communication link basic system 1 is a system which performs a non-contact communication link using an electromagnetic coupling, and the strength of this electromagnetic coupling relates to the communication range of the non-contact communication link basic system 1 closely.

[0049] Then, these people analyzed the modality of the electromagnetic coupling between the R/W antennas 22 and the TAG antennas 23 which were mentioned above as the so-called double alignment. Hereafter, the analysis result is explained.

[0050] Namely, the coupling coefficient at the time of the criticality physically determined as the electromagnetic coupling between these antennas by the loss Q of each antenna circuit (Quality Factor) (The critical-coupling multiplier k0 is called hereafter) exists, and it uses becoming the greatest transfer gain, when this is in agreement with the coupling coefficient (the geometric coupling coefficient k is called hereafter) exactly determined by geometric factors, such as an antenna configuration and distance. These people analyzed the modality of the electromagnetic coupling between the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23.

[0051] Specifically, the critical-coupling multiplier k0 is a multiplier showing the electrical characteristics of the antenna called for as shown to a degree type (1) by the Q value of each antenna circuit.

[0052]

[Equation 1]

$$k_0 = \frac{1}{\sqrt{Q_1 \cdot Q_2}} \quad \dots (1)$$

[0053] However, Q1 expresses the Q value of the R/W antenna 22, and Q2 expresses the Q value of the TAG antenna 23.

[0054] On the other hand, the geometric coupling coefficient k is a multiplier corresponding to geometric arrangement of both antenna, as mentioned above.

[0055] When all the magnetic flux generated from one antenna crosses another antenna, Namely, when two antennas of the same magnitude oppose, respectively and are touched As the value of the geometric coupling coefficient k takes 1 which is maximum and is shown in drawing 2 A When two antennas are arranged in the middle on one shaft, the value of the geometric coupling coefficient k is estimated as shown in a degree type (2) (when each geometric pin center, large of two antennas is in agreement).

[0056]

[Equation 2]

$$k(x) = \frac{r_1^2 \cdot r_2^2}{\sqrt{r_1 \cdot r_2} \cdot (\sqrt{x^2 + r_2^2})^3} \dots (2)$$

[0057] However, as shown in drawing 2 A, r2 expresses the path (diameter of a loop formation of Coil Lb) of the TAG antenna 23, and, as for x, r1 expresses the distance between the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 for the path (diameter of a loop formation of Coil La) of the R/W antenna 22, respectively. That is, k (x) expresses the geometric coupling coefficient k in the distance x between the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23.

[0058] The distance x between the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 and correspondence relation with geometric coupling-coefficient k (x) calculated by this formula (2) are shown in drawing 2 B.

[0059] However, the curve (3.6mm of diameters of an antenna) 41 expresses geometric coupling-coefficient k (x) in case the path of the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 is 3.6mm, respectively (when the path of both antennas is small respectively).

[0060] The curve (10mm of diameters of an antenna) 42 expresses geometric coupling-coefficient k (x) in case the path of the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 is 10mm, respectively (when the path of both antennas is large respectively).

[0061] The curve (the diameter of an antenna of 3.6mm and combination of 10mm) 43 expresses geometric coupling-coefficient k (x) in case one path is

3.6mm among the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 and another path is 10mm (when a large path and a small path are put together).

[0062] Now, since the Q value of a resonance system antenna like the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 is generally a high value consequently, as shown in a formula (1), the value of the critical-coupling multiplier  $k_0$  turns into a small value. Therefore, in the non-contact communication link basic system 1, a small value is applicable as a value of the geometric coupling coefficient  $k$  which will be in the optimal communication link condition. For example, when Q value of the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 is set to 10, respectively, the value of the critical-coupling multiplier  $k_0$  is set to 0.1, and the non-contact communication link basic system 1 will be in the optimal communication link condition, when the value of the geometric coupling coefficient  $k$  is 0.1.

[0063] Thus, when the non-contact communication link basic system 1 is used, compared with the case where the system by which the resonance system is not constituted is used, a value also with the small value of the geometric coupling coefficient  $k$  which the value of the critical-coupling multiplier  $k_0$  becomes small, consequently will be in the optimal communication link condition can be applied (when the system by which the resonance system is constituted is used).

[0064] In addition, the modality of the relation between geometric coupling-coefficient  $k$  ( $x$ ) and the distance  $x$  between two antennas does not have great difference with a curve (the diameter of an antenna of 3.6mm, and combination of 10mm) 43, and a curve (3.6mm of diameters of an antenna) 41. That is, even if only one (one of the two) of antennas is enlarged, the communication range (distance between the antennas whose number is two)  $x$  from which the value of the geometric coupling coefficient  $k$  which will be in the optimal communication link condition is acquired is not extended so much.

[0065] If only antenna of one of the two is enlarged when the value of the geometric coupling coefficient  $k$  which will be in the optimal communication link condition on the other hand is large (for example, when the geometric coupling coefficient  $k$  is 0.15 or more in the comparison with a curve 43 and a curve 41),

the communication range  $x$  from which the geometric coupling coefficient  $k$  which will be in the optimal communication link condition is obtained will become short rather.

[0066] Thus, (it is shown in drawing 2 B like) in the non-contact communication system 1 with which micro TAG equipment 12 is used, when the TAG antenna 23 is smaller than usual it, there is the need that R/W equipment 11 and micro TAG equipment 12 are arranged at a short distance from usual (distance  $x$  between the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 is shortened) so that the value of sufficient geometric coupling coefficient  $k$  for a communication link may be acquired.

[0067] Then, these people adopted the antenna sheet 61 as shown in drawing 3 as a junction antenna (antenna with which to extend the communication link range was made into the purpose).

[0068] That is, antenna coil  $L_c$  and Capacitor  $C_c$  are formed in the sheet-like substrate 71 as a pattern in the antenna sheet 61.

[0069] In addition, the format will not be limited if Capacitor  $C_c$  is a thin thing. For example, a chip etc. is sufficient.

[0070] Also as the closed circuit which consists of antenna coil  $L_c$  and a capacitor  $C_c$ , i.e., an LC resonance circuit which resonates to a predetermined communication link carrier frequency, as shown in drawing 3 B, this antenna sheet 61 operates, while the part of antenna coil  $L_c$  operates as a loop antenna.

[0071] In addition, let mostly magnitude (diameter of a loop formation of Coil  $L_c$  (loop-formation area)) of the antenna sheet 61 be an equal in this example with the magnitude (diameter of a loop formation of Coil  $L_a$  (loop-formation area)) of the R/W antenna 22.

[0072] Moreover, in this example, although the antenna sheet 61 is constituted as a sheet, if it is the configuration in which two actuation (actuation as a loop antenna and actuation as an LC resonance circuit) mentioned above is possible, that configuration will not be limited.

[0073] By the way, if it is the case that the magnitude (diameter of a loop

formation of each coil Lc and Lb (loop-formation area)) of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 is almost equal when the magnitude (diameter of a loop formation of each coil Lb and La (loop-formation area)) of the TAG antenna 23 and the R/W antenna 22 is almost equal namely, the theory top of the antenna sheet 61 is possible for being arranged as shown in drawing 4 .

[0074] Namely, while the antenna sheet 61, the TAG antenna 23, and the R/W antenna 22 (loop-formation side of each coil Lc, Lb, and La) become parallel So that each normal from the geometric pin center, large (core of the loop formation of each coil Lc, Lb, and La) of each antenna may be in agreement The antenna sheet 61 can achieve the function of a junction-on theory antenna by the antenna sheet 61 being arranged between the TAG antenna 23 and the R/W antenna 22.

[0075] However, as the non-contact communication link basic system 1 by which micro TAG equipment 12 is used was mentioned above, the magnitude (diameter of a loop formation of each coil Lb and La (loop-formation area)) of the TAG antenna 23 and the R/W antenna 22 differs very much.

[0076] Therefore, when the antenna sheet 61 is applied to the non-contact communication link basic system 1 by which micro TAG equipment 12 is used, the magnitude (diameter of a loop formation of each coil Lc and Lb (loop-formation area)) of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23, as it will differ very much and is shown in the curve (3.6mm of diameters of an antenna, and 10mm -- put together) 43 of drawing 2 B As the antenna sheet 61 is shown in drawing 4 , even if it is arranged, the value of sufficient geometric coupling coefficient  $k$  is not acquired.

[0077] Namely, as the antenna sheet 61 is shown in drawing 4 , when it has been arranged to the non-contact communication system 1 with which micro TAG equipment 12 is used, as for the antenna sheet 61, the function as a junction antenna cannot fully be demonstrated.

[0078] In addition, arrangement as shown in drawing 4 means in fact that the antenna sheet 61 is arranged in the space between the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23. That is, even if [ the arrangement shown in drawing 4 ] it is

practical arrangement, it will be difficult the manufacturer etc. to actually arrange the antenna sheet 61, as shown in drawing 4 .

[0079] Then, from a viewpoint of making the geometric coupling coefficient  $k$  match with the critical-coupling multiplier  $k_0$ , these people analyzed about the arrangement location of the antenna sheet 61 in case the magnitude of the TAG antenna 23 and the antenna sheet 61 differs very much, and solved the suitable arrangement location of the antenna sheet 61. Hereafter, the suitable arrangement location of this analysis result 61, i.e., an antenna sheet, is explained.

[0080] In addition, the R/W antenna 22 is made very large and the antenna sheet 61 has the magnitude of the R/W antenna 22 and equivalent extent held to the TAG antenna 23 as a prerequisite, for the purpose of the value of sufficient geometric coupling coefficient  $k$  being acquired to the R/W antenna 22, as mentioned above.

[0081] In addition, since the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 have the relation of a duality, the following arguments are materialized even if the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 are replaced.

[0082] Since the value of the critical-coupling multiplier  $k_0$  becomes that a system is a dissonance system with a big value when the TAG antenna 23 and the antenna sheet 61 with which each magnitude differs very much are used, the value of sufficient geometric coupling coefficient  $k$  is not acquired.

[0083] Then, as shown in drawing 5 A, the TAG antenna 23 and the antenna sheet 61 shall be arranged here, respectively, so that a system may serve as a resonance system.

[0084] Namely, the location where it doubled and each medial axis (geometric pin center, large) of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 has been arranged (the core of the TAG antenna 23) when the location arranged (0, 0, 0) is made into criteria, in the direction of a x axis, in  $x_1$  or the direction of the z-axis, only  $z_1$  shall be shifted and the TAG antenna 23 shall be arranged (the core of the TAG antenna 23 -- a coordinate (0  $x_1$ , 0) -- or (0, 0,  $z_1$ ) arranged)

[0085] Drawing 5 B expresses the modality of the geometric coupling coefficient  $k$  of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 in case the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 have been arranged in this way.

[0086] A curve (x shifts) 81 is the geometric coupling coefficient  $k$  of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 in the case of the TAG antenna 23 having been shifted only for  $x_1$  in the direction of a  $x$  axis in drawing 5 B, and having been arranged ( $x_1$ ) ( $x_1$ ). 0 thru/or 30mm are expressed and, on the other hand, as for the curve (z shift) 82, only in  $z_1$ , the TAG antenna 23 expresses the geometric coupling coefficient  $k$  of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 in the case of having been shifted and arranged ( $z_1$ ) ( $z_1$  is 0 thru/or 30mm) in the direction of the  $z$ -axis.

[0087] As shown in a curve (z shift) 82, when the TAG antenna 23 is shifted in the direction of the  $z$ -axis and has been arranged, or when [ as shown in a curve (x shifts) 81, ] the TAG antenna 23 has been arranged without being shifted so much in the direction of a  $x$  axis, the value of sufficient geometric coupling coefficient  $k$  is not acquired (when the TAG antenna 23 has been arranged near the geometric pin center, large of an antenna sheet).

[0088] On the other hand, as shown in 81 to one point, when the TAG antenna 23 is shifted in the direction of a  $x$  axis about 17mm and has been arranged (i.e., when arranged the same flat-surface top of the antenna sheet 61, and near the lead wire of the antenna sheet 61), the value ( $k(17) = 0.08$ ) of the comparatively big geometric coupling coefficient  $k$  is acquired.

[0089] Thus, if arranged, it can be more strongly influenced by the TAG antenna 23 of the loop-formation field generated around the lead wire of the antenna sheet 61. That is, an electromagnetic coupling will become stronger, if the TAG antenna 23 is arranged so that the flat surface (loop-formation side of the coil  $L_b$  of the TAG antenna 23) of the TAG antenna 23 may cross more magnetic-flux loop formations generated by the line current which flows to the lead wire of the antenna sheet 61.

[0090] As shown in drawing 6 A, the field  $H_r$  from the R/W antenna 22 is received,

induction of the electrical potential difference is carried out, and, specifically, the antenna sheet 61 (antenna coil Lc) generates the induced current  $i_r$ . This induced current  $i_r$  builds the loop-formation field  $H_a$  around the lead wire of the antenna sheet 61.

[0091] Therefore, in drawing 5, although only analysis in case the TAG antenna 23 and the antenna sheet 61 are on the same flat surface was performed, if it is the location which can use the loop-formation field  $H_a$  around [ lead wire ] the antenna coil Lc of the antenna sheet 61 as mentioned above, the arrangement location of the TAG antenna 23 will not be limited. That is, the TAG antenna 23 and the antenna sheet 61 do not need to be arranged at the same flat surface.

[0092] For example, as shown in drawing 6 B, it is good [ the antenna ] to be installed so that it may act on the loop-formation field  $H_a$  generated around [ the ] one side greatly while the TAG antenna 23 touches one of one side in the antenna pattern (antenna coil Lc) of the rectangle of the antenna sheet 61. In this case, the value of the geometric coupling coefficient  $k$  of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 is raised most.

[0093] Moreover, as arrangement (arrangement as shown in drawing 6 B) of such a TAG antenna 23 is shown in drawing 6 C, the field  $H_t$  from the TAG antenna 23 is conversely transmitted to the antenna sheet 61 efficiently.

[0094] In addition, as mentioned above (it is shown in the curve (x shifts) 81 of drawing 5 B like) It is arranged as the TAG antenna 23 and the antenna sheet 61 are shown in drawing 6 B. (-- for example, the case (as shown in 81 to one point) where the core of the TAG antenna 23 has been arranged at the coordinate (17, 0, 0), and the value of) and the geometric coupling coefficient  $k$  turns into maximum Even if it is the case where it is set to  $k(17) = 0.08$ , although 1 is not far filled with the value of the geometric coupling coefficient  $k$ , also in a comparatively small coupling coefficient, sufficient induced voltage can be obtained because the TAG antenna 23 and the antenna sheet 61 have a resonance system.

[0095] When the TAG antenna 23 is arranged in the geometric pin center, large of



the antenna sheet 61 on the other hand (when the core of the TAG antenna 23 is arranged (0, 0, 0)), The effect to the TAG antenna 23 of the loop-formation field  $H_a$  generated around [ lead wire ] the antenna sheet 61, And the effect to the antenna sheet 61 of the field  $H_t$  from the TAG antenna 23 becomes very small, consequently the value of the geometric coupling coefficient  $k$  becomes small rather ( $k(0) =$  set to about 0.015).

[0096] This is a characteristic thing when the magnitude of the TAG antenna 23 and the antenna sheet 61 differs very much.

[0097] By the way, although non-contact communication technology has the very wide application range and various applied technologies are proposed, as mentioned above, when the specification of the R/W antenna 22 or the TAG antenna 23 is determined in the once designed non-contact communication system, the communication range of a system will be specified.

[0098] That is, in the non-contact communication system with which the TAG antenna 23 was designed small, even if the R/W antenna 22 is designed greatly how much after that, as shown in the curve (the diameter of an antenna of 3.6mm, and combination of 10mm) 43 of drawing 2 B, as long as the TAG antenna 23 is small, a communication range will balance the TAG antenna 23 and will become very short. The same is said of reverse, and both antennas need to be enlarged in order to expand a communication range, as shown in the curve (3.6mm of diameters of an antenna) 41 and curve (10mm of diameters of an antenna) 42 of drawing 2 B.

[0099] However, although it is also possible for R/W equipment 11 to have the design degree of freedom of a device, and to have a big antenna, the TAG equipments 12, such as a cassette standardized on the other hand, have the small design degree of freedom of a device, and it is difficult to have a big antenna.

[0100] Then, as mentioned above, while the antenna sheet 61 using resonance phenomena is used for the non-contact communication link basic system 1, it enables the R/W antenna 21 and the TAG antenna 23 to communicate by

sufficient communication range through the antenna sheet 61 by arranging it near the TAG antenna 23 appropriately.

[0101] Moreover, the TAG antenna 23 and the antenna sheet 61 can be dealt with together by arranging the antenna sheet 61 near the TAG antenna 23.

[0102] However, in order to use the antenna sheet 61 effectively as a junction antenna, the value of the geometric coupling coefficient  $k$  of the antenna sheet 61 and the R/W antenna 22 and the value of the geometric coupling coefficient  $k$  of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 need to be adjusted appropriately, respectively.

[0103] In this example, the value of these two geometric coupling coefficients  $k$  shall be matched with the value of the critical-coupling multiplier  $k_0$ , respectively. The situation of matching of the critical-coupling multiplier  $k$  by this antenna sheet 61 and the geometric coupling coefficient  $k_0$  is shown in drawing 7 .

[0104] In addition, drawing 7 B corresponds to drawing 5 B mentioned above, and, on the other hand, drawing 7 C supports drawing 2 B mentioned above.

[0105] As opposed to the value of the critical-coupling multiplier  $k_0$  lowered by the effectiveness of resonance as shown in curvilinear  $k(z)$ 102 of drawing 7 C As geometric coupling-coefficient  $k(z)$  is matched in long distance  $z_1$  with the R/W antenna 22 and the antenna sheet 61 and it is shown in curvilinear  $k(x)$ 101 of drawing 7 B on the other hand With the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23, the difference in the magnitude of a very different diameter of an antenna is used, and geometric coupling-coefficient  $k(x)$  is matched [ near the lead wire of the antenna sheet 61 ].

[0106] By the way, if the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 are arranged in near when the magnitude of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 is comparable, both will be in the condition of close coupling, resonance frequency will separate from a communication link carrier frequency, and the phenomenon in which sufficient resonance is not obtained in a communication link carrier frequency will happen. That is, about matching [ / near the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 ], it turns out that the difference in both magnitude is very

effective.

[0107] Thus, in fact, each matched antenna is arranged, as shown in drawing 7 A.

[0108] That is, when the antenna sheet 61 is made into criteria, it is arranged so that, as for the R/W antenna 22, the field (loop-formation side of Coil La) and field (loop-formation side of Coil Lc) of the antenna sheet 61 may become parallel, while the distance of the core and core of the antenna sheet 61 is set to  $z1$  (only distance  $z1$  leaves the R/W antenna 22 and the antenna sheet 61, and they are arranged, respectively so that it may counter).

[0109] Moreover, the TAG antenna 23 is arranged so that it may act on the loop-formation field around [ of the antenna pattern ] one side (lead wire) greatly, while distance with the core of the antenna sheet 61 is arranged  $x1$  (one side of the arbitration of the antenna pattern (coil Lc) of the antenna sheet 61 near [ i.e., ]).

[0110] As shown in drawing 8 A, specifically, TAG equipment 12 can be arranged on the same flat surface so that side 61a of the antenna sheet 61 may be touched.

[0111] Thus, the non-contact communication system 111 with which the antenna sheet 61 was added to the non-contact communication link basic system 1 of drawing 1 is constituted as shown in drawing 8 B. In addition, in drawing 8 B, the corresponding sign is given to the part corresponding to the non-contact communication link basic system 1 of drawing 1 .

[0112] In this example of a configuration, as mentioned above, the antenna sheet 61 which is a junction antenna is arranged between the R/W antenna 22 of R/W equipment 11, and the TAG antenna 23 of TAG equipment 12.

[0113] The antenna sheet 61 is formed as a closed circuit which consists of a coil Lc and a capacitor Cc, as mentioned above. That is, the antenna sheet 61 operates as an antenna for the 2nd bond part 113 of the coil Lc to carry out an electromagnetic coupling to the TAG antenna 23 by mutual-inductance M, and operates also as an LC resonance circuit which resonates to a further predetermined communication link carrier frequency while it operates as a loop antenna for the 1st bond part 112 of the coil Lc to carry out an electromagnetic

coupling to the R/W antenna 22 by mutual-inductance M.

[0114] The 1st bond part 112 is equivalent to the whole loop formation of the antenna pattern (coil Lc) of the antenna sheet 61 in drawing 8 A, and, on the other hand, the 2nd bond part 113 is mainly equivalent to one side 61a of the antenna pattern of the antenna sheet 61. That is, as mentioned above, the electromagnetic coupling of the 2nd bond part 113 and TAG antenna 23 (coil Lb) is carried out by the loop-formation field which the line current which flows to the lead wire of the 2nd bond part 113 generates.

[0115] Other configurations are the same as that of drawing 1 .

[0116] Actuation of the antenna sheet 61 is as having mentioned above, and since actuation of the non-contact communication system 111 is the same as actuation of the non-contact communication link basic system 1 of drawing 1 fundamentally, those explanation is omitted.

[0117] In addition, the antenna sheet 61 and the TAG antenna 12 can be arranged free, if the conditions that the electromagnetic coupling of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 12 is carried out by mutual-inductance M are fulfilled by the circulation field which the current which flows to the conditions mentioned above, i.e., the lead wire of the side of the arbitration of the antenna pattern (coil Lc) of the antenna sheet 61, and the lead wire of the coil Lb of the TAG antenna 12 generated around such lead wire.

[0118] For example, it can be arranged as indicated in drawing 9 as the antenna sheet 61 and the TAG antenna 12, respectively.

[0119] Drawing 9 A is an example by which TAG equipment 12 and the antenna sheet 61-1 have been arranged on the flat surface which became independent, respectively. However, the 2nd connection 113 of drawing 8 B is mainly equivalent to side 61-1a of an antenna pattern (coil Lc).

[0120] Drawing 9 B is the example formed with the plane sheet with which the substrate (sheet) 71 of the antenna sheet 61-2 consists of field 61-2a parallel to the flat surface, i.e., the x-y flat surface, of a L character mold, and field 61-2b parallel to a x-z flat surface. TAG equipment 12 is arranged so that side 61-2c of

an antenna pattern (coil Lc) may be touched for example, on field 61-2b. That is, the 2nd connection 113 of drawing 8 B is mainly equivalent to side 61-2c of an antenna pattern (coil Lc).

[0121] Drawing 9 C is the example formed like drawing 9 B with the plane sheet with which the substrate (sheet) 71 of the antenna sheet 61-3 consists of field 61-3a parallel to the flat surface, i.e., the x-y flat surface, of a L character mold, and field 61-3b parallel to a x-z flat surface. However, field 61-3b is smaller than field 61-2b of drawing 9 B, for example, is constituted by the magnitude which is extent in which TAG equipment 12 is settled exactly. That is, TAG equipment 12 is arranged so that three sides of a field 61-3b top, side 61-3c of an antenna pattern (coil Lc) and the 61 to 3 d side, and side 61-3e may be touched. That is, the 2nd connection 113 of drawing 8 B is mainly equivalent to side 61-3c of an antenna pattern (coil Lc), the 61 to 3 d side, and side 61-3e.

[0122] Thus, arrangement in various forms where the location mounted, magnitude or the process in manufacture, etc. was taken into consideration is possible for the antenna sheet 61 and the TAG antenna 12, and since it approaches very much and can be arranged, the antenna sheet 61 and TAG equipment 12 can be employed as the same equipment if needed.

[0123] If it puts in another way, the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 can be regarded as an antenna of one. That is, if the antenna sheet 61 is used, even if the TAG antenna 23 is not changed, expansion of the communication link range can be attained easily.

[0124] However, as mentioned above, the differences of the magnitude of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 need to differ very much. It is because the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 need to be detached, it needs to be arranged and it is hard to say that expansion of the communication link range was attained easily practically now, in order to match the geometric coupling coefficient  $k$  with the low critical-coupling multiplier  $k_0$  temporarily, when the magnitude of the antenna sheet 61 and the TAG antenna 23 is almost equal.

[0125] Moreover, in the conventional communication system of making two

antennas countering and communicating, it is unapplicable ability, especially a configuration method, i.e., the configuration method of making it arrange so that the direction of a normal of the antenna sheet 61-1 and the direction of a normal of the TAG antenna 23 of TAG equipment 12 may become perpendicular, as shown in drawing 9 A, and it becomes possible only after the method with which the loop formation field of the perimeter of antenna lead wire mentioned above is used is adopted. This configuration method fully demonstrates that effectiveness also in the following applications.

[0126] That is, drawing 10 expresses the example of the videocassette structure of a system to which the non-contact communication system 111 of drawing 8 was applied.

[0127] Now, the videocassette system which consists of a videocassette 121 on which small TAG equipment 12 as shown in drawing 10 A was embedded, and a video cassette player 122 in which the R/W antenna 22 was attached is commercialized.

[0128] In this system, when equipped with a videocassette 121 in a video cassette player 122, the TAG equipment 12 (TAG antenna 23) embedded on the videocassette 121 and the R/W antenna 22 attached in the videocassette recorder counter in a short distance, and a non-contact communication link is performed within a video cassette player 122.

[0129] This TAG antenna 23 is manufactured micro according to the configuration of the videocassette recorder cassette 121, and is an antenna with which the communication link by access distance (inside of the video deca set player 122) was mainly made into the purpose.

[0130] Without changing the TAG equipment 12 of videocassette 121 body also about such a videocassette 121, as shown in drawing 10 B, the communication range can be easily changed only by the antenna sheet 61 being added.

[0131] That is, if the antenna sheet 61 formed in the shape of a sheet is stored in the videocassette case 122 together with a videocassette 121 as shown in drawing 10 B, it will mean that it was arranged by physical relationship with

optimal antenna sheet 61 and TAG antenna 23, consequently the communication range of the TAG antenna 23 will be extended seemingly.

[0132] If it puts in another way, seemingly, it means that the magnitude of the TAG antenna 23 was extended to the magnitude of the antenna sheet 61, and it will be that the R/W equipment (R/W equipment with the another R/W equipment 11 carried in the video cassette player 122) according to it is used, and the communication link of it in a long distance will be attained.

[0133] Thus, originally a communication range can be extended only by the antenna sheet 61 being added in the non-contact communication link basic system 1 by which the short-distance communication link was made into the purpose, without changing TAG equipment 12 body. For example, a user inserts the videocassette case 122 in a videocassette 121 with the antenna sheet 61, only holds it up to other R/W equipments, and can make a non-contact communication link perform.

[0134] Furthermore, when the antenna sheet 61 is a configuration like for example, drawing 9 A, as mentioned above (it is shown in drawing 10 B like), it is formed in the shape of [ of one sheet ] a sheet, and also, in the case of a configuration like drawing 9 B, the antenna sheet 61 can be formed in the shape of a cassette index sheet (L character mold), for example.

[0135] Thus, the determinant of a communication range becomes the combination of the R/W antenna 22 and the antenna sheet 61 instead of the combination of the R/W antenna 22 and the TAG antenna 23 by changing the magnitude of the antenna sheet 61 in accordance with the corresponding R/W antenna 22. This means exactly that it is considered that the antenna of TAG equipment 12 became the antenna sheet 61 from the R/W antenna 22.

[0136] That is, the antenna sheet 61 can do so the same effectiveness as the time of the TAG antenna 23 being changed by being appropriately installed near the small TAG antenna 23. Therefore, a manufacturer etc. cannot be based on the magnitude of the TAG antenna 23, but can design a new R/W antenna, and can extend the communication range of TAG equipment 12.

[0137] Furthermore, since the antenna sheet 61 is used in contact with the TAG antenna 23, both can be treated by one and it becomes what has very high convenience in actual use.

[0138] The antenna sheet 61 is antenna equipment with the comparatively high degree of freedom on arrangement further again while being able to realize with a very simple configuration called only 2 components with the capacitor  $C_c$  of an antenna pattern (coil  $L_c$ ) and a small capacity for adjusting resonance and being able to manufacture it at very little cost.

[0139] Therefore, although the TAG antenna 23 was unavoidably designed small from the reasons of a tooth space, the non-contact communication system 111 with which the antenna sheet 61 was applied is an especially effective system, when extension of the communication range of TAG equipment 12 is required according to an application.

[0140] Moreover, the non-contact communication system 111 can make two or more R/W antennas other than R/W antenna 22 correspond to one TAG antenna 23. That is, a manufacturer etc. can manufacture a system or equipment etc. with which various non-contact communication technology besides a videocassette system which can design two or more R/W antennas according to the communication range corresponding to an arrangement tooth space or an application, consequently was mentioned above is used.

[0141] Thus, non-contact communication system 111 is characterized by using the loop-formation field around [ lead wire ] an antenna, and the non-contact communication system using the field generated in the direction of a normal of the conventional antenna pattern flat surface (loop-formation flat surface of a coil) is a clearly different system.

[0142] By the way, the technique of using the loop-formation field around [ lead wire ] this antenna is the case where the antenna sheet 61 is not used, and when the magnitude of two antennas differs very much, it can be applied similarly.

[0143] That is, in the non-contact communication link basic system 1 of drawing 1, when the TAG antenna 23 has been arranged near [ center position 131 ] the



antenna sheet 61 so that the direction of a normal and direction of a normal of the R/W antenna 22 may be in agreement as the R/W antenna 22 is shown in drawing 11 , when very large as compared with the TAG antenna 23, it becomes difficult [ R/W equipment 11 ] to read information in TAG equipment 12.

[0144] When the TAG antenna 23 has been arranged at a deep pool which, on the other hand, receives the loop-formation field generated around the lead wire of the R/W antenna 22, i.e., the edge location 132 neighborhood, R/W equipment 11 becomes possible [ reading information in TAG equipment 12 ].

[0145] Thus, the technique (technique using the loop-formation field around [ lead wire ] an antenna) mentioned above is applicable to non-contact communication system which arranges a TAG antenna to the deep pool of a R/W antenna, and communicates to it.

[0146] In addition, in drawing 11 , although the R/W antenna 22 is illustrated about the case of being very large, as compared with the TAG antenna 23, the technique (technique using the loop-formation field around [ lead wire ] an antenna) which the R/W antenna 22 mentioned above also about the case of being very small, as compared with the TAG antenna 23 is applicable.

[0147] Moreover, in this specification, a system expresses a processing means and the whole equipment constituted by two or more equipments.

[0148]

[Effect of the Invention] According to non-contact communication auxiliary equipment and the approach, like the above, a communication range is extensible in the non-contact communication system of this invention, and a list.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the example of the non-contact communication link basic structure of a system to which this invention is applied.

[Drawing 2] It is drawing showing the distance between each of the R/W antenna of the non-contact communication link basic system of drawing 1 , and a TAG antenna, a path, and the related example of a geometric coupling coefficient.

[Drawing 3] It is drawing showing the example of a configuration of the antenna sheet with which this invention is applied.

[Drawing 4] It is drawing showing the example of a configuration of arrangement of the antenna sheet of drawing 3 .

[Drawing 5] It is drawing showing the arrangement location of the antenna sheet of drawing 3 , and the TAG antenna of the non-contact communication link basic system of drawing 1 , and the related example of a geometric coupling coefficient.

[Drawing 6] It is drawing explaining the related example of the arrangement location of the principle of the antenna sheet of drawing 3 , and the TAG antenna of the antenna sheet of drawing 3 , and the non-contact communication link basic system of drawing 1 .

[Drawing 7] It is drawing showing typically the example of matching of the geometric coupling coefficient of the antenna sheet of drawing 3 , and the TAG antenna of the non-contact communication link basic system of drawing 1 , and matching of the geometric coupling coefficient of the antenna sheet of drawing 3 , and the R/W antenna of the non-contact communication link basic system of drawing 1 .

[Drawing 8] It is drawing showing the example of a configuration of the non-contact communication system with which this invention by which the antenna sheet of drawing 3 was carried in the non-contact communication link basic system of drawing 1 is applied.

[Drawing 9] It is drawing showing the configuration of the example of mounting of the antenna sheet of the non-contact communication system of drawing 8 , and a TAG antenna.

[Drawing 10] It is drawing showing the example of the videocassette structure of a system to which the non-contact communication system of drawing 8 was applied.

[Drawing 11] It is drawing showing the configuration of the application of arrangement of the TAG antenna of the non-contact communication link basic system of drawing 1 , and a R/W antenna.

[Description of Notations]

1 Non-contact Communication Link Basic System 11 R/W equipment 12 TAG equipment, 21 R/W main unit 22 A R/W antenna, 23 TAG antenna 24LS modulation circuit, 25 TAG main unit 61 An antenna sheet, 71 A substrate, 111 A non-contact communication device, 112 The 1st bond part 113 The 2nd bond part Ra, Rb, Rc Resistance La, Lb Coil Lc Antenna coil calcium, Cb, Cc capacitor Ha, Hr, Ht Field  $i_r$ ,  $i_t$  Induced current

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

# DRAWINGS

[Drawing 1]

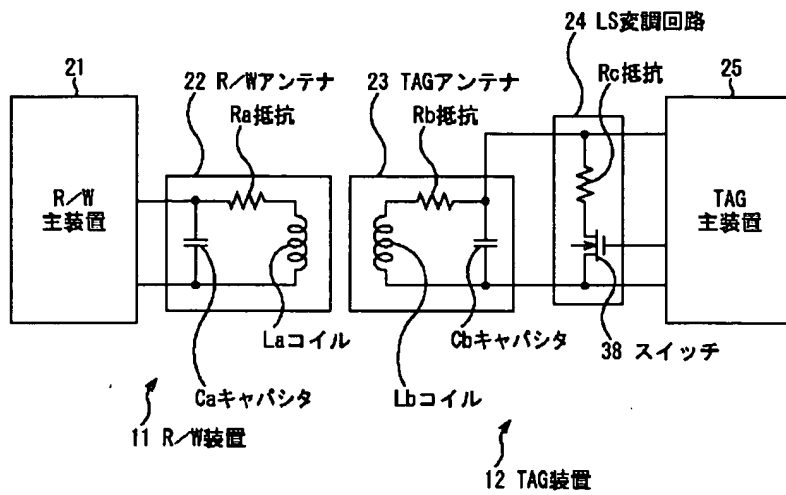
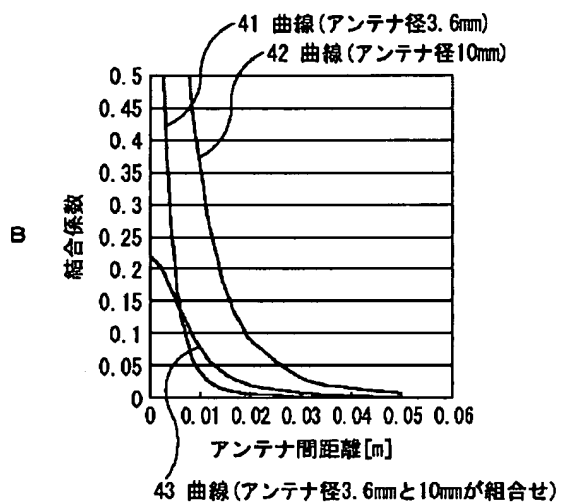
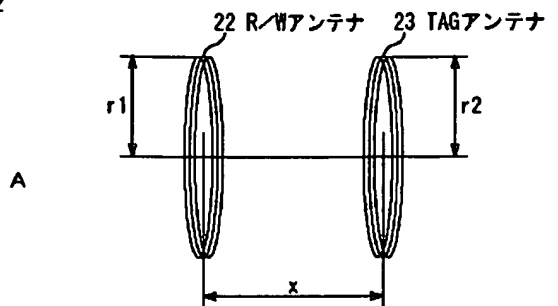


図  
一

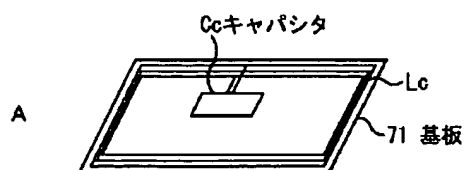
[Drawing 2]

図2

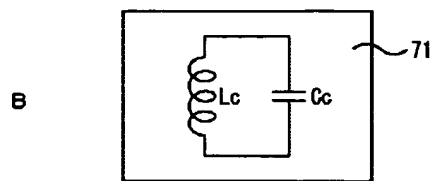


[Drawing 3]

図3



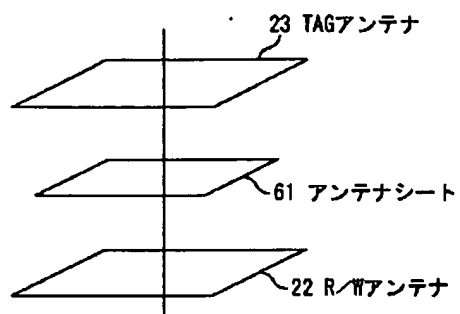
アンテナシート 61



アンテナシート 61

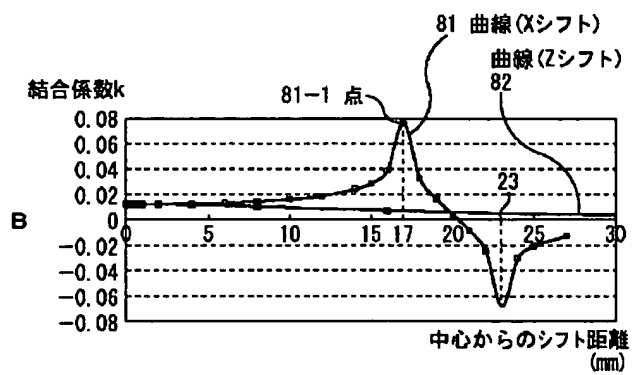
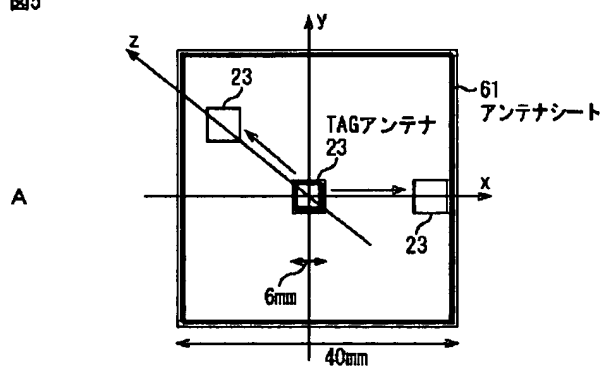
[Drawing 4]

図4



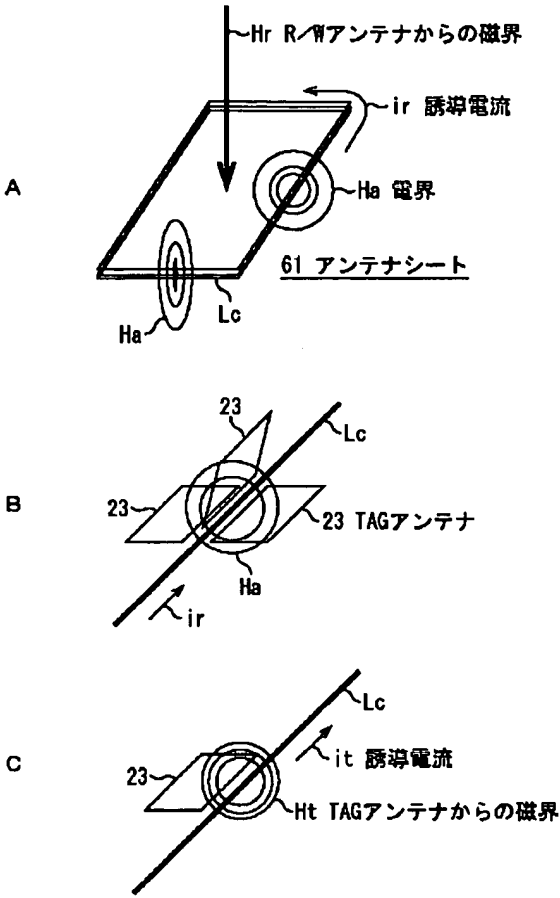
[Drawing 5]

図5

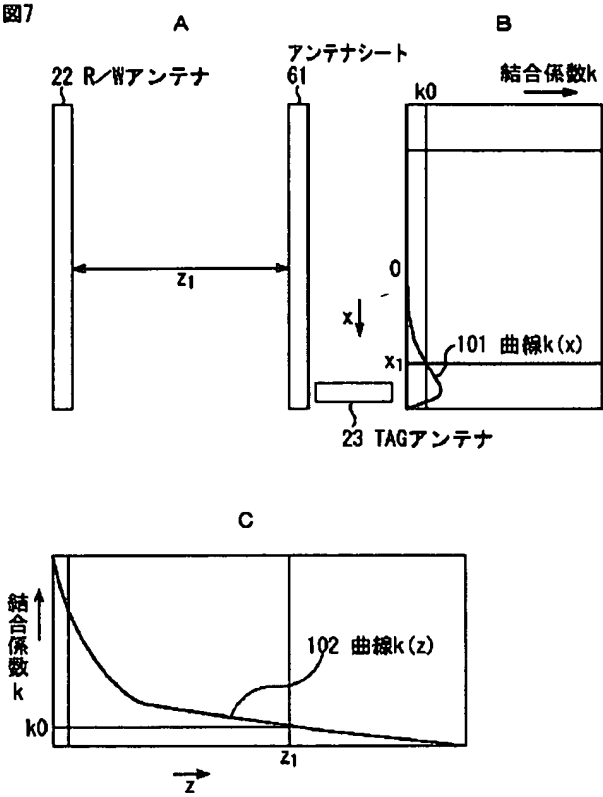


[Drawing 6]

図6



[Drawing 7]



[Drawing 8]

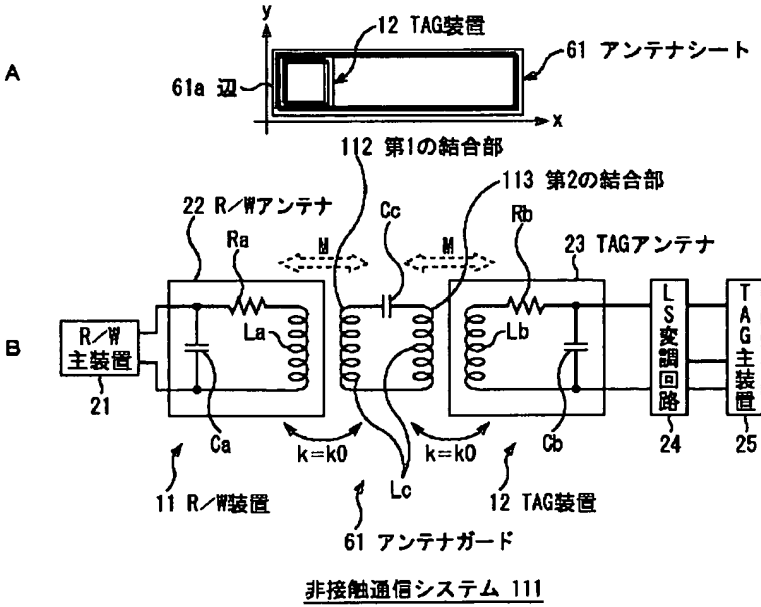
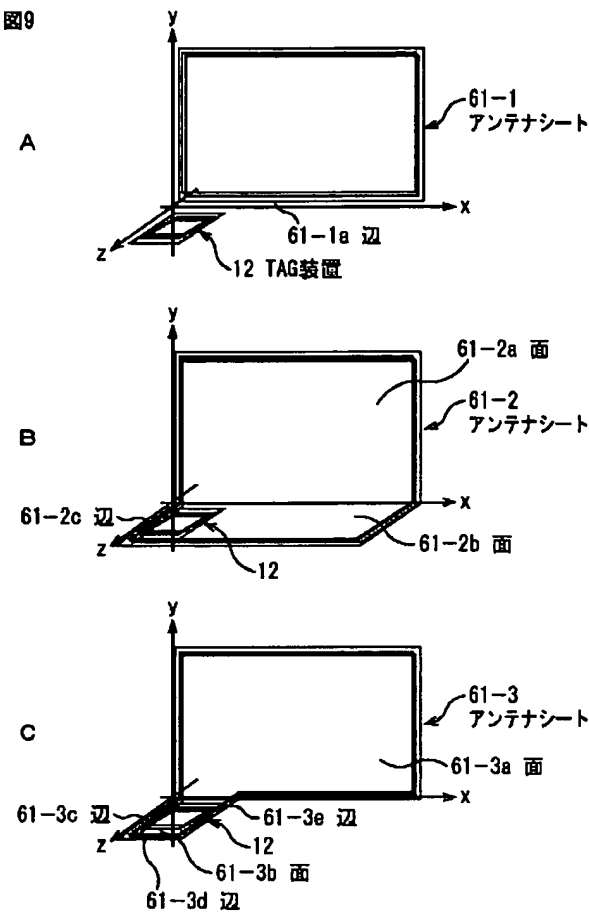


図8

[Drawing 9]

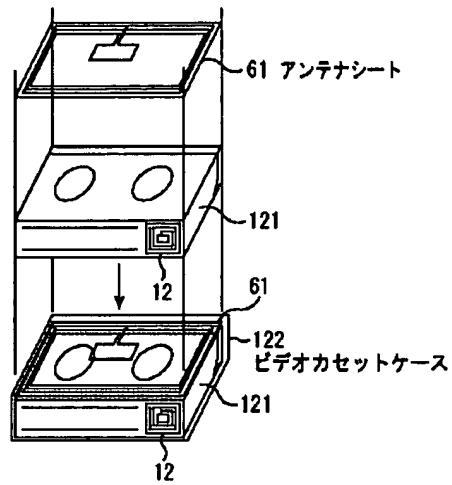
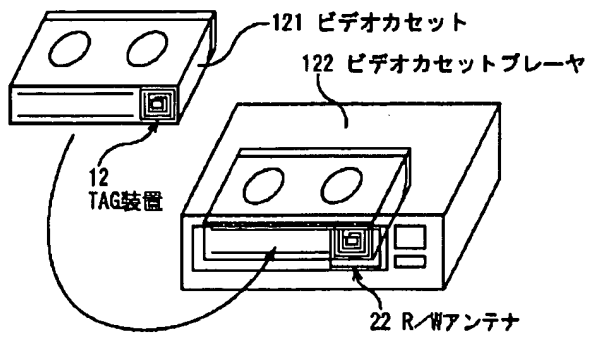


図9



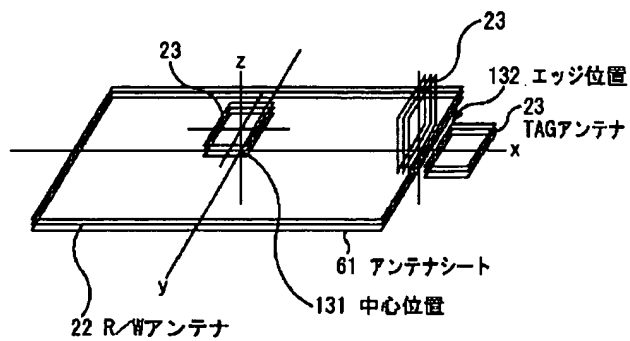
[Drawing 10]

図10



[Drawing 11]

図11



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-179526

(P 2003-179526 A)

(43) 公開日 平成15年6月27日 (2003. 6. 27)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	ターコード (参考)
H 0 4 B	5/02	H 0 4 B 5/02	5B058
G 0 6 K	17/00	G 0 6 K 17/00	F 5K012
H 0 1 Q	7/00	H 0 1 Q 7/00	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L

(全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-377599 (P2001-377599)

(22) 出願日 平成13年12月11日 (2001. 12. 11)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 小林 幸

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 金子 雅保

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

最終頁に続く

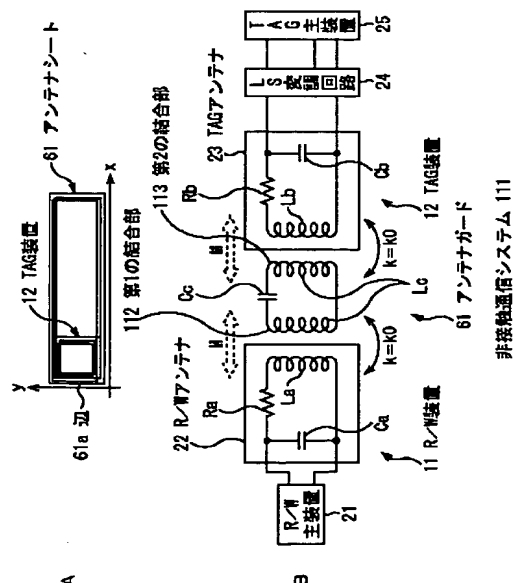
(54) 【発明の名称】 非接触通信システム、並びに非接触通信補助装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 通信距離を延長することができるようにする。

【解決手段】 非接触通信システム 111 は、通信搬送周波数に共振する R/W アンテナ 22 を備える R/W 装置 11 と、通信搬送周波数に共振する TAG アンテナ 23 を備える TAG 装置 12 と、通信搬送周波数に共振するアンテナとして動作するアンテナシート 61 とからなり、R/W アンテナ 22 とアンテナシート 61 の第 1 の結合部 112 とが電磁結合するとともに、第 2 の結合部 113 または TAG アンテナ 23 の導線に流れる線電流が導線の周辺に生成した循環磁界により、第 2 の結合部 113 と TAG アンテナ 23 とが電磁結合し、R/W 装置 11 と TAG 装置 12 は、電磁結合された R/W アンテナ 22、アンテナシート 61、および TAG アンテナ 23 を介して相互に非接触通信する。

図8



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 通信搬送周波数に共振する第 1 のアンテナを備える第 1 の非接触通信装置と、  
前記通信搬送周波数に共振する第 2 のアンテナを備える第 2 の非接触通信装置と、  
前記通信搬送周波数に共振する第 3 のアンテナを備える非接触通信補助装置とからなり、

前記第 1 および前記第 3 のアンテナが電磁結合するとともに、前記第 2 または前記第 3 のアンテナの導線に流れる線電流が前記導線の周辺に生成した循環磁界により、前記第 2 および前記第 3 のアンテナが電磁結合し、  
前記第 1 および前記第 2 の非接触通信装置は、電磁結合した前記第 1 および前記第 3 のアンテナ、並びに前記第 3 および前記第 2 のアンテナを介して相互に非接触通信することを特徴とする非接触通信システム。

【請求項 2】 前記第 1 乃至第 3 のアンテナは、ループアンテナであり、

前記第 2 のアンテナのループ面積は、前記第 1 および前記第 3 のアンテナのループ面積よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の非接触通信システム。

【請求項 3】 前記第 2 のアンテナは、前記第 3 のアンテナの前記導線に近接して配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の非接触通信システム。

【請求項 4】 前記第 2 のアンテナは、前記第 3 のアンテナの前記ループ面上に配置されることを特徴とする請求項 3 に記載の非接触通信システム。

【請求項 5】 前記第 2 のアンテナは、前記第 2 のアンテナの法線方向と前記第 3 のアンテナの法線方向が垂直となるように配置されることを特徴とする請求項 3 に記載の非接触通信システム。

【請求項 6】 前記第 1 および前記第 3 のアンテナが電磁結合する場合における幾何学的結合係数の第 1 の値を、前記第 1 および前記第 3 のアンテナ間の第 1 の距離で調整するとともに、  
前記第 2 および前記第 3 のアンテナが電磁結合する場合における幾何学的結合係数の第 2 の値を、前記第 2 および前記第 3 のアンテナのループ面積比、並びに前記第 1 の距離より短い前記第 2 および前記第 3 のアンテナ間の第 2 の距離で調整し、

前記幾何学的結合係数の前記第 1 および前記第 2 の値を、所定の値にマッチングさせることを特徴とする請求項 1 に記載の非接触通信システム。

【請求項 7】 前記第 1 の非接触通信装置は、前記通信搬送周波数の搬送信号を生成する生成手段と、前記生成手段により生成された前記搬送信号に第 1 の情報を重畳して送信する搬送信号送信手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の非接触通信システム。

【請求項 8】 前記第 2 の非接触通信装置は、前記第 1 の非接触通信装置の前記搬送信号送信手段によ

り送信された前記搬送信号を、前記第 1 乃至前記第 3 のアンテナを介して受信する受信手段と、

前記受信手段により受信された前記搬送信号から電力を取得する電力取得手段と、

前記受信手段により受信された前記搬送信号に重畳されている前記第 1 の情報を取得する第 1 の情報取得手段と、

第 2 の情報を出力する情報出力手段と、

前記情報出力手段により出力された前記第 2 の情報に基づいて、前記第 2 のアンテナの受端インピーダンスを変化させる変調手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 7 に記載の非接触通信システム。

【請求項 9】 前記第 1 の非接触通信装置は、前記第 2 の非接触通信装置の前記変調手段により変化された前記第 2 のアンテナの前記受端インピーダンスの変化量を、前記第 1 乃至前記第 3 のアンテナを介して検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された前記第 2 のアンテナの前記受端インピーダンスの変化量に基づいて、前記第 2 の非接触通信装置の前記情報出力手段により出力された前記第 2 の情報を取得する第 2 の情報取得手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 8 に記載の非接触通信システム。

【請求項 10】 通信搬送周波数に共振する第 1 のアンテナを備える第 1 の非接触通信装置と、  
前記通信搬送周波数に共振する第 2 のアンテナを備える第 2 の非接触通信装置とからなり、

前記第 1 または前記第 2 のアンテナの導線に流れる線電流が前記導線の周辺に生成した循環磁界により、前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナとが電磁結合し、

前記第 1 および前記第 2 の非接触通信装置は、電磁結合した前記第 1 および前記第 2 のアンテナを介して相互に非接触通信することを特徴とする非接触通信システム。

【請求項 11】 前記第 1 および前記第 2 のアンテナは、それぞれ異なるループ面積を有するループアンテナであることを特徴とする請求項 10 に記載の非接触通信システム。

【請求項 12】 前記第 1 および前記第 2 のアンテナは、前記第 1 のアンテナの法線方向と前記第 2 のアンテナの法線方向とが垂直となるようにそれぞれ配置されることを特徴とする請求項 11 に記載の非接触通信システム。

【請求項 13】 通信搬送周波数に共振する中継アンテナを備え、  
前記中継アンテナは、

前記通信搬送周波数に共振する他の第 1 のアンテナと電磁結合されるとともに、前記中継アンテナの導線または前記通信搬送周波数に共振する他の第 2 のアンテナの導線に流れる線電流が前記導線の周辺に生成した循環磁界

により、前記第2のアンテナと電磁結合され、  
前記第1および前記第2のアンテナ間で通信される情報  
および電力を非接触で中継することを特徴とする非接触  
通信補助装置。

【請求項14】 前記中継アンテナは、前記通信搬送周  
波数に共振する共振回路を構成するキャパシタ、および  
インダクタンスを有し、

前記アンテナコイルは、

前記第1のアンテナと電磁結合する第1の結合部と、

前記第2のアンテナと電磁結合する第2の結合部とを有  
することを特徴とする請求項13に記載の非接触通信補  
助装置。

【請求項15】 シート状の基材をさらに備え、  
前記アンテナコイルと前記キャパシタとは、前記基材の  
面上にパターンで形成されることを特徴とする請求項1  
6に記載の非接触通信補助装置。

【請求項16】 前記第1および前記第2の結合部は、  
同一の前記アンテナコイルの前記パターンとして構成さ  
れることを特徴とする請求項15に記載の非接触通信補  
助装置。

【請求項17】 前記基材の面は、第1の面と、前記第  
1の面と平行でない第2の面から構成されており、  
前記アンテナコイルの前記パターンは、前記第1および  
前記第2の面上にわたって循環していることを特徴とす  
る請求項15に記載の非接触通信補助装置。

【請求項18】 前記第1の面の法線方向と前記第2の  
面の法線方向とが垂直であることを特徴とする請求項1  
7に記載の非接触通信補助装置。

【請求項19】 前記第2のアンテナは、前記第1また  
は前記第2の面上に配置されるとともに、配置された前  
記第1または前記第2の面上に形成されている前記アン  
テナコイルの前記パターンに近接して配置されることを  
特徴とする請求項18に記載の非接触通信補助装置。

【請求項20】 通信搬送周波数に共振する中継アンテ  
ナを備える非接触通信補助装置の非接触通信補助方法に  
おいて、

前記中継アンテナと、前記通信搬送周波数に共振する他  
の第1のアンテナとを電磁結合させるとともに、

前記中継アンテナの導線または前記通信搬送周波数に共  
振する他の第2のアンテナの導線に流れる線電流が前記  
導線の周辺に生成した循環磁界により、前記中継アンテ  
ナと前記第2のアンテナとを電磁結合させ、

前記第1および前記第2のアンテナにそれぞれ電磁結合  
された前記中継アンテナにより、前記第1および前記第  
2のアンテナ間で通信される情報および電力を非接触で  
中継することを特徴とする非接触通信補助方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非接触通信システ  
ム、並びに非接触通信補助装置および方法に関し、特

に、通信距離を延長することができるようにした非接触  
通信システム、並びに非接触通信補助装置および方法に  
関する。

【0002】

【従来の技術】非接触通信技術が応用されたIC (Integr  
ated Circuit) カードシステムは、携帯可能なICカー  
ド、および、そのICカードに記憶されている情報を非接  
触で読み出すとともに、所定の情報をそのICカードに非  
接触で記憶させることが可能ないわゆるリーダライタ装  
置（以下、R/W装置と記述する）から構成されている。

【0003】即ち、ICカードシステムは、非接触で情報  
の読み書きが可能な利便性の高いシステムであり、近  
年、定期券や認証カードに代表される従来の磁気式カー  
ドシステムの代替システム、または物流システム等とし  
て使用されている。

【0004】また、ランダムアクセスが不可能なテー  
プ系の記憶装置（例えば、ビデオカセットテープ）には、  
所定の情報をインディックス的にICメモリに記憶させ、  
記憶媒体へのアクセスなしに、かつ非接触で容易にその  
所定の情報を把握できるようにした非接触通信システム  
が使用されている。

【0005】このような非接触通信システムは、R/W装  
置が発生する磁界内にICカード等のトランスポンダ装置  
（以下、TAG装置と記述する）をかざすだけで瞬時に動  
作することが実用上不可欠である。

【0006】従って、非接触通信システムの実用化にお  
いては、その瞬時動作が可能な距離（R/W装置とTAG装  
置との間の距離）、即ち実用的な通信距離が確保される必  
要がある。

【0007】一方、非接触通信技術の有用性からその応  
用範囲は大きく広がり、さまざまなTAG装置が考案され  
ている。例えば、通常のカードサイズのTAG装置に比較  
して、非常に小型のTAG装置が考案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この超  
小型のTAG装置が使用される非接触通信システムにおい  
ては、通信距離が非常に短距離に限定され、実用的な通  
信距離の確保が困難であるという課題があった。

【0009】本発明は、このような状況に鑑みてなされ  
たものであり、通信距離を延長することができるよう  
にするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の非接触通  
信システムは、通信搬送周波数に共振する第1のアンテ  
ナを備える第1の非接触通信装置と、通信搬送周波数に  
共振する第2のアンテナを備える第2の非接触通信装置  
と、通信搬送周波数に共振する第3のアンテナを備える  
非接触通信補助装置とからなり、第1および第3のアン  
テナが電磁結合するとともに、第2または第3のアンテ  
ナの導線に流れる線電流が導線の周辺に生成した循環磁

界により、第2および第3のアンテナが電磁結合し、第1および第2の非接触通信装置は、電磁結合した第1および第3のアンテナ、並びに第3および第2のアンテナを介して相互に非接触通信することを特徴とする。

【0011】第1乃至第3のアンテナは、ループアンテナであり、第2のアンテナのループ面積は、第1および第3のアンテナのループ面積よりも小さいようにすることができる。

【0012】第2のアンテナは、第3のアンテナの導線に近接して配置されるようにすることができる。

【0013】第2のアンテナは、第3のアンテナのループ面上に配置されるようにすることができる。

【0014】第2のアンテナは、第2のアンテナの法線方向と第3のアンテナの法線方向が垂直となるように配置されるようにすることができる。

【0015】第1および第3のアンテナが電磁結合する場合における幾何学的結合係数の第1の値を、第1および第3のアンテナ間の第1の距離で調整するとともに、第2および第3のアンテナが電磁結合する場合における幾何学的結合係数の第2の値を、第2および第3のアンテナのループ面積比、並びに第1の距離より短い第2および第3のアンテナ間の第2の距離で調整し、幾何学的結合係数の第1および第2の値を所定の値にマッチングさせるようにすることができる。

【0016】第1の非接触通信装置は、通信搬送周波数の搬送信号を生成する生成手段と、生成手段により生成された搬送信号に第1の情報を重畳して送信する搬送信号送信手段とをさらに備えるようにすることができる。

【0017】第2の非接触通信装置は、第1の非接触通信装置の搬送信号送信手段により送信された搬送信号を、第1乃至第3のアンテナを介して受信する受信手段と、受信手段により受信された搬送信号から電力を取得する電力取得手段と、受信手段により受信された搬送信号に重畳されている第1の情報を取得する第1の情報取得手段と、第2の情報を出力する情報出力手段と、情報出力手段により出力された第2の情報に基づいて、第2のアンテナの受端インピーダンスを変化させる変調手段とをさらに設けるようにすることができる。

【0018】第1の非接触通信装置は、第2の非接触通信装置の変調手段により変化された第2のアンテナの受端インピーダンスの変化量を、第1乃至第3のアンテナを介して検出する検出手段と、検出手段により検出された第2のアンテナの受端インピーダンスの変化量に基づいて、第2の非接触通信装置の出力手段により出力された第2の情報を取得する第2の情報取得手段とをさらに設けるようにすることができる。

【0019】本発明の第1の非接触通信システムにおいては、通信搬送周波数に共振する第1の非接触通信装置の第1のアンテナと、通信搬送周波数に共振する非接触通信補助装置の第3のアンテナとが電磁結合されると

もに、通信搬送周波数に共振する第2の非接触通信装置の第2のアンテナ、または第3のアンテナの導線に流れる線電流が導線の周辺に生成した循環磁界により、第2および第3のアンテナが電磁結合され、電磁結合された第1および第3のアンテナ、並びに第3および第2のアンテナを介して、第1および第2の非接触通信装置間で相互に非接触通信される。

【0020】本発明の第2の非接触通信システムは、通信搬送周波数に共振する第1のアンテナを備える第1の非接触通信装置と、通信搬送周波数に共振する第2のアンテナを備える第2の非接触通信装置とからなり、第1または第2のアンテナの導線に流れる線電流が導線の周辺に生成した循環磁界により、第1のアンテナと第2のアンテナとが電磁結合し、第1および第2の非接触通信装置は、電磁結合した第1および第2のアンテナを介して相互に非接触通信することを特徴とする。

【0021】第1および第2のアンテナは、それぞれ異なるループ面積を有するループアンテナであるようにすることができる。

【0022】第1および第2のアンテナは、第1のアンテナの法線方向と第2のアンテナの法線方向が垂直となるようにそれぞれ配置されるようにすることができる。

【0023】本発明の第2の非接触通信システムにおいては、通信搬送周波数に共振する第1の非接触通信装置の第1のアンテナ、または通信搬送周波数に共振する第2の非接触通信装置の第2のアンテナの導線に流れる線電流が導線の周辺に生成した循環磁界により、第1および第2のアンテナが電磁結合され、電磁結合された第1および第2のアンテナを介して、第1および第2の非接触通信装置間で相互に非接触通信される。

【0024】本発明の非接触通信補助装置は、通信搬送周波数に共振する中継アンテナを備え、中継アンテナは、通信搬送周波数に共振する他の第1のアンテナと電磁結合されるとともに、中継アンテナの導線または通信搬送周波数に共振する他の第2のアンテナの導線に流れる線電流が導線の周辺に生成した循環磁界により、第2のアンテナと電磁結合され、第1および第2のアンテナ間で通信される情報および電力を非接触で中継することとを特徴とする。

【0025】中継アンテナは、通信搬送周波数に共振する共振回路を構成するキャパシタ、およびインダクタンスとして作用するアンテナコイルを有し、アンテナコイルは、第1のアンテナと電磁結合する第1の結合部と、第2のアンテナと電磁結合する第2の結合部とを有するようにすることができる。

【0026】シート状の基材をさらに設け、アンテナコイルとキャパシタは、基材の面上にパターンで形成されるようにすることができる。

【0027】第1および第2の結合部は、同一のアンテナコイルのパターンとして構成されるようにすることが

できる。

【0028】基材の面は、第1の面と、第1の面と平行でない第2の面から構成されており、アンテナコイルのパターンは、第1および第2の面上にわたって循環しているようにすることができる。

【0029】第1の面の法線方向と第2の面の法線方向とが垂直であるようにすることができる。

【0030】第2のアンテナは、第1または第2の面上に配置されるとともに、配置された第1または第2の面上に形成されているアンテナコイルのパターンに近接して配置されるようにすることができる。

【0031】本発明の非接触通信補助方法は、通信搬送周波数に共振する中継アンテナと、通信搬送周波数に共振する他の第1のアンテナとを電磁結合させるとともに、中継アンテナの導線または通信搬送周波数に共振する他の第2のアンテナの導線に流れる線電流が導線の周辺に生成した循環磁界により、中継アンテナと第2のアンテナとを電磁結合させ、第1および第2のアンテナにそれぞれ電磁結合された中継アンテナにより、第1および第2のアンテナ間で通信される情報および電力を非接触で中継することを特徴とする。

【0032】本発明の非接触通信補助装置および方法においては、通信搬送周波数に共振する中継アンテナと、通信搬送周波数に共振する他の第1のアンテナとが電磁結合されるとともに、中継アンテナの導線または通信搬送周波数に共振する他の第2のアンテナの導線に流れる線電流が導線の周辺に生成した循環磁界により、中継アンテナと第2のアンテナとが電磁結合され、第1および第2のアンテナとそれぞれ電磁結合された中継アンテナにより、第1および第2のアンテナ間で通信される情報および電力が非接触で中継される。

【0033】

【発明の実施の形態】図1は、本発明が適用される非接触通信基礎システム1の構成例を表している。

【0034】図1に示されるように、非接触通信基礎システム1は、R/W主装置21およびR/Wアンテナ22からなるR/W装置11と、TAGアンテナ23、LS (Load Switching) 変調回路24、およびTAG主装置25からなるTAG装置25とが、相互に非接触通信するシステムである。

【0035】R/W主装置21には、図示はしないが、通信を制御する為のマイコン、マンチェスター符号等へ符号化する符号化回路、マンチェスター符号等を復号するための復号回路、所定の通信搬送周波数の搬送波(搬送信号)を生成する搬送波生成回路、ASK (Amplitude Shift Keying) 変調回路、ASK復調回路、および電力増幅回路等が設けられている。なお、R/W主装置21として、従来のR/W主装置が使用されることができる。従って、R/W主装置21の構成要素の構成や動作は当業者に容易に理解できるため詳しい説明は省略する。

【0036】R/Wアンテナ22は、抵抗Ra、コイルLa、およびキャパシタCaから構成される共振回路を有している。即ち、R/Wアンテナ22は、そのコイルLaの部分がループアンテナとして動作するとともに、かつ所定の通信搬送周波数に共振するLCR共振回路としても動作する。

【0037】TAGアンテナ23は、R/Wアンテナ22と同様に、抵抗Rb、コイルLb、およびキャパシタCbから構成される共振回路を有している。即ち、TAGアンテナ23は、そのコイルLb部分がR/Wアンテナ22と相互インダクタンスMで電磁結合するためのループアンテナとして動作するとともに、かつ所定の通信搬送周波数に共振するLCRC共振回路としても動作する。

【0038】TAG主装置25には、図示はしないが、IC用電源生成回路、クロック抽出回路、ロジック回路、ASK復調回路、およびデータを記憶する為のメモリ等が設けられている。なお、TAG主装置25として、従来のTAG主装置が使用されることができる。従って、TAG主装置25の構成要素の構成や動作は当業者に容易に理解できるため詳しい説明は省略する。

【0039】LS変調回路25は、負荷抵抗RcとMOS (Metal Oxide Semiconductor) スイッチ38とが直列に接続された回路である。

【0040】次に、非接触通信基礎システム1の動作を説明する。

【0041】TAG装置12のTAGアンテナ23が、R/W装置11のR/Wアンテナ22に所定の距離(通信距離)で対向されて配置されると、TAGアンテナ23とR/Wアンテナ22とは、R/Wアンテナ22の法線方向に発生された磁界により相互インダクタンスMで電磁結合するとともに、R/W主装置21より出力された通信搬送信号の通信搬送周波数にそれぞれ共振する。これにより、R/W装置11とTAG装置12とは、R/Wアンテナ22およびTAGアンテナ23を介して、相互に非接触通信することができるようになる。

【0042】R/W主装置21より送信されるデータ(以下、第1の情報と称する)は、例えば、R/W主装置21において、符号化されるとともにかつASK変調され、ASK変調信号(第1の情報が重畳された通信搬送信号)として、電磁結合しているR/Wアンテナ22およびTAGアンテナ23、並びにLS変調回路24を介して、TAG主装置25に供給される。

【0043】TAG主装置25において、供給されたASK変調信号は、復調されるとともに復号されて元の第1の情報となり、この第1の情報がメモリに記憶されるデータであった場合、第1の情報はメモリに記憶され、一方、この第1の情報が情報読み出し指示データであった場合、第1の情報に基づいて、メモリより所定の情報が読み出される。

【0044】なお、ASK変調信号が復調された際に除去

された直流成分の信号はIC（図示せず）等の電源となる。

【0045】これらのレスポンスまたはメモリから読み出されたデータ（以下、第2の情報と称する）は、以下のようにTAG装置12からR/W装置11に供給される。

【0046】即ち、LS変調回路24において、第2の情報（0または1のデータ）に応じてスイッチ38がスイッチングされ、R/Wアンテナ22からみたTAG装置12のアンテナの等価的な負荷（TAGアンテナ23とLS変調回路24（抵抗Rc）とからなる回路の負荷）が変動される。

【0047】この負荷変動は、R/W装置11においては、R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23との間の非接触な電磁結合により、R/Wアンテナ22の負荷変動として現れる。従って、R/W装置21は、この負荷変動を、通信搬送信号の振幅変動成分、即ちASK変調信号（第2の情報が重畳された通信搬送信号）として検出し、これを復調するとともに復号することで、第2の情報を取得する。

【0048】このように、非接触通信基礎システム1は、電磁結合を利用して非接触通信を行うシステムであ\*

$$k_0 = \frac{1}{\sqrt{Q_1 \cdot Q_2}}$$

【0053】ただし、Q1は、R/Wアンテナ22のQ値を表しており、また、Q2は、TAGアンテナ23のQ値を表している。

【0054】一方、幾何学的結合係数kは、上述したように、両者のアンテナの幾何学的な配置に対応する係数である。

【0055】一方のアンテナから発生された全ての磁束がもう一方のアンテナを横切るとき、即ち、同じ大きさの2つのアンテナがそれぞれ対抗して接し合わせられた\*

$$k(x) = \frac{r_1^2 \cdot r_2^2}{\sqrt{r_1 \cdot r_2} \cdot (\sqrt{x^2 + r_2^2})^3}$$

【0057】ただし、図2Aに示されるように、r1は、R/Wアンテナ22の径（コイルLaのループ径）を、r2は、TAGアンテナ23の径（コイルLbのループ径）を、xは、R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23との間の距離を、それぞれ表している。即ち、k(x)は、R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23との間の距離xにおける幾何学的結合係数kを表している。

【0058】R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23との間の距離xと、この式（2）により演算された幾何学的結合係数k(x)との対応関係が、図2Bに示されている。

【0059】ただし、曲線（アンテナ径3.6mm）41は、R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23の径がそれぞれ3.6mmである場合（両アンテナの径がそれぞれ小さい場合）の幾何学的結合係数k(x)を表している。

\*り、この電磁結合の強さが、非接触通信基礎システム1の通信距離に密接に関連している。

【0049】そこで、本出願人は、上述したようなR/Wアンテナ22とTAGアンテナ23との間の電磁結合の様相をいわゆる複同調として解析した。以下、その解析結果について説明する。

【0050】即ち、これらのアンテナ間の電磁結合には、それぞれのアンテナ回路の損失Q（Quality Factor）により物理的に決定される臨界時の結合係数（以下、臨界結合係数k0と称する）が存在し、これがちょうどアンテナ形状、距離等の幾何学的要因で決定される結合係数（以下、幾何学的結合係数kと称する）と一致した時点で最大の伝達ゲインとなることを利用して、本出願人は、R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23との間の電磁結合の様相を解析した。

【0051】具体的には、臨界結合係数k0は、それぞれのアンテナ回路のQ値によって次式（1）に示されるように求められるアンテナの電気的特性を表す係数である。

【0052】

【数1】

$$\dots (1)$$

※ときに、幾何学的結合係数kの値は最大値である1をとり、また、図2Aに示されるように、2つのアンテナが1つの軸上の真中に並べられたとき（2つのアンテナのそれぞれの幾何学的センターが一致したとき）、幾何学的結合係数kの値は、次式（2）に示されるように概算される。

【0056】

【数2】

$$\dots (2)$$

【0060】曲線（アンテナ径10mm）42は、R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23の径がそれぞれ10mmである場合（両アンテナの径がそれぞれ大きい場合）の幾何学的結合係数k(x)を表している。

【0061】曲線（アンテナ径3.6mmと10mmの組合せ）43は、R/Wアンテナ22およびTAGアンテナ23のうち、一方の径が3.6mmであり、もう一方の径が10mmである場合（大きい径と小さい径とが組合せられた場合）の幾何学的結合係数k(x)を表している。

【0062】さて、R/Wアンテナ22およびTAGアンテナ23のような共振系アンテナのQ値は一般的に高い値であるため、その結果、式（1）に示されるように、臨界結合係数k0の値は小さい値となる。従って、非接触通信基礎システム1においては、最適な通信状態となる幾何



学的結合係数 $k$ の値として、小さい値が適用されることができる。例えば、R/Wアンテナ22およびTAGアンテナ23の $Q$ 値がそれぞれ10とされた場合、臨界結合係数 $k_0$ の値は0.1となり、非接触通信基礎システム1は、幾何学的結合係数 $k$ の値が0.1のとき最適な通信状態となる。

【0063】このように、非接触通信基礎システム1が使用される場合（共振系が構成されているシステムが使用される場合）、共振系が構成されていないシステムが使用される場合に比べて、臨界結合係数 $k_0$ の値は小さくなり、その結果、最適な通信状態となる幾何学的結合係数 $k$ の値も小さい値が適用されることができる。

【0064】なお、幾何学的結合係数 $k(x)$ と2つのアンテナ間の距離 $x$ との関係の様相は、曲線（アンテナ径3.6mmと10mmの組合せ）43と曲線（アンテナ径3.6mm）41とでは大差がない。即ち、いずれか一方（片方）のアンテナのみが大きくされても、最適な通信状態となる幾何学的結合係数 $k$ の値が得られる通信距離（2つのアンテナ間の距離） $x$ はさほど延長されない。

【0065】一方、最適な通信状態となる幾何学的結合係数 $k$ の値が大きい場合（例えば、曲線43と曲線41との比較では、幾何学的結合係数 $k$ が0.15以上の場合）、片方のアンテナのみが大きくされると、最適な通信状態となる幾何学的結合係数 $k$ が得られる通信距離 $x$ はむしろ短くなる。

【0066】このように（図2Bに示されるように）、超小型のTAG装置12が使用される非接触通信システム1においては、即ち、TAGアンテナ23が通常のそれより小さい場合、通信に十分な幾何学的結合係数 $k$ の値が得られるように、R/W装置11と超小型のTAG装置12とが通常より近距離に配置される（R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23との間の距離 $x$ が短くされる）必要がある。

【0067】そこで、本出願人は、中継アンテナ（通信範囲を広げることが目的とされたアンテナ）として、例えば、図3に示されるようなアンテナシート61を採用した。

【0068】即ち、アンテナシート61とは、例えば、アンテナコイル $L_c$ とキャパシタ $C_c$ とがシート状の基板71にパターンとして形成されたものである。

【0069】なお、キャパシタ $C_c$ は、薄型のものであればその形式は限定されない。例えば、チップ部品などでもよい。

【0070】このアンテナシート61は、アンテナコイル $L_c$ の部分がループアンテナとして動作するとともに、図3Bに示されるように、アンテナコイル $L_c$ およびキャパシタ $C_c$ から構成される閉回路、即ち、所定の通信搬送周波数に共振するLC共振回路としても動作する。

【0071】なお、この例においては、アンテナシート61の大きさ（コイル $L_c$ のループ径（ループ面積））は、R/Wアンテナ22の大きさ（コイル $L_a$ のループ径

（ループ面積））とほぼ等しいものとされる。

【0072】また、この例においては、アンテナシート61は、シートとして構成されているが、上述した2つの動作（ループアンテナとしての動作、およびLC共振回路としての動作）が可能な構成であれば、その構成は限定されない。

【0073】ところで、仮にTAGアンテナ23とR/Wアンテナ22の大きさ（それぞれのコイル $L_b$ と $L_a$ のループ径（ループ面積））がほぼ等しい場合、即ち、アンテナシート61とTAGアンテナ23の大きさ（それぞれのコイル $L_c$ と $L_b$ のループ径（ループ面積））がほぼ等しい場合であれば、アンテナシート61は、図4に示されるように配置されることが理論上可能である。

【0074】即ち、アンテナシート61、TAGアンテナ23、およびR/Wアンテナ22（それぞれのコイル $L_c$ 、 $L_b$ 、および $L_a$ のループ面）が平行になるとともに、それぞれのアンテナの幾何学的センター（それぞれのコイル $L_c$ 、 $L_b$ 、および $L_a$ のループの中心）からのそれぞれの法線が一致されるように、アンテナシート61が、TAGアンテナ23とR/Wアンテナ22の間に配置されることで、アンテナシート61は理論上中継アンテナの機能を果たすことができる。

【0075】しかしながら、超小型のTAG装置12が使用される非接触通信基礎システム1は、上述したように、TAGアンテナ23とR/Wアンテナ22の大きさ（それぞれのコイル $L_b$ と $L_a$ のループ径（ループ面積））が甚だ異なる。

【0076】従って、超小型のTAG装置12が使用される非接触通信基礎システム1にアンテナシート61が適用された場合、アンテナシート61とTAGアンテナ23との大きさ（それぞれのコイル $L_c$ と $L_b$ のループ径（ループ面積））は甚だ異なることになり、図2Bの曲線（アンテナ径3.6mmと10mmの組合せ）43に示されるように、アンテナシート61が図4に示されるように配置されても、十分な幾何学的結合係数 $k$ の値は得られない。

【0077】即ち、超小型のTAG装置12が使用される非接触通信システム1に対して、アンテナシート61が図4に示されるように配置された場合、アンテナシート61は、中継アンテナとしての機能を十分に発揮することができない。

【0078】なお、図4に示されるような配置は、実際には、R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23との間の空間に、アンテナシート61が配置されることを意味している。即ち、仮に図4に示される配置が実用性のある配置だとされても、製造者等は、アンテナシート61を図4に示されるように実際に配置することは困難である。

【0079】そこで、本出願人は、幾何学的結合係数 $k$ を臨界結合係数 $k_0$ にマッチングさせるという観点から、TAGアンテナ23とアンテナシート61との大きさが甚だ異なる場合のアンテナシート61の配置位置について

解析し、アンテナシート61の適切な配置位置を解明した。以下、この解析結果、即ち、アンテナシート61の適切な配置位置について説明する。

【0080】なお、前提条件として、上述したように、TAGアンテナ23に対して、R/Wアンテナ22が甚だ大きいものとされ、アンテナシート61は、R/Wアンテナ22に対して十分な幾何学的結合係数 $k$ の値が得られることを目的として、R/Wアンテナ22と同等程度の大きさを持つものとされる。

【0081】なお、R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23とは双対の関係にあることから、R/Wアンテナ22とTAGアンテナ23とが置き換えられても以下の議論は成立する。

【0082】それぞれの大きさが甚だ異なるTAGアンテナ23とアンテナシート61とが使用される場合、システムが非共振系であると臨界結合係数 $k_0$ の値は大きな値となるため、十分な幾何学的結合係数 $k$ の値が得られない。

【0083】そこで、システムが共振系となるように、ここでは、TAGアンテナ23とアンテナシート61とが、図5Aに示されるように、それぞれ配置されるものとする。

【0084】即ち、アンテナシート61とTAGアンテナ23とのそれぞれの中心軸（幾何学的センター）が合わせて配置された位置（TAGアンテナ23の中心が、 $(0, 0, 0)$ に配置された位置）が基準とされた場合、TAGアンテナ23が、 $x$ 軸方向に $x_1$ だけ、または $z$ 軸方向に $z_1$ だけシフトされて配置される（TAGアンテナ23の中心が、座標 $(x_1, 0, 0)$ 、または $(0, 0, z_1)$ に配置される）ものとする。

【0085】図5Bは、このようにアンテナシート61とTAGアンテナ23とが配置された場合におけるアンテナシート61とTAGアンテナ23との幾何学的結合係数 $k$ の様相を表している。

【0086】図5Bにおいて、曲線（ $x$ シフト）81は、TAGアンテナ23が $x$ 軸方向に $x_1$ だけシフトされて配置された場合におけるアンテナシート61とTAGアンテナ23との幾何学的結合係数 $k(x_1)$ （ $x_1$ は、0乃至30mm）を表しており、一方、曲線（ $z$ シフト）82は、TAGアンテナ23が $z$ 軸方向に $z_1$ だけシフトされて配置された場合におけるアンテナシート61とTAGアンテナ23との幾何学的結合係数 $k(z_1)$ （ $z_1$ は、0乃至30mm）を表している。

【0087】曲線（ $z$ シフト）82に示されるように、TAGアンテナ23が $z$ 軸方向にシフトされて配置された場合、または、曲線（ $x$ シフト）81に示されるように、TAGアンテナ23が $x$ 軸方向にさほどシフトされずに配置された場合（TAGアンテナ23がアンテナシートの幾何学的センター付近に配置された場合）、十分な幾何学的結合係数 $k$ の値は得られない。

【0088】一方、81-1点に示されるように、TAGアンテナ23が、 $x$ 軸方向に約17mmシフトされて配置されたとき、即ち、アンテナシート61の同一平面上、かつアンテナシート61の導線の近傍に配置されたとき、比較的大きな幾何学的結合係数 $k$ の値（ $k(17) = 0.08$ ）が得られる。

【0089】このように配置されると、TAGアンテナ23は、アンテナシート61の導線の周囲に発生されるループ磁界の影響をより強く受けることができるようになる。即ち、TAGアンテナ23の平面（TAGアンテナ23のコイル $L_b$ のループ面）が、アンテナシート61の導線に流れる線電流により生成された磁束ループをより多く横切るように、TAGアンテナ23が配置されれば、電磁結合がより強くなる。

【0090】具体的には、図6Aに示されるように、アンテナシート61（アンテナコイル $L_c$ ）は、R/Wアンテナ22からの磁界 $H_r$ を受け、電圧が誘起され、誘導電流 $i_r$ を発生する。この誘導電流 $i_r$ が、アンテナシート61の導線の周囲にループ磁界 $H_a$ をつくる。

【0091】従って、図5においては、TAGアンテナ23とアンテナシート61とが同一平面上である場合の解析のみが行われたが、上述したように、アンテナシート61のアンテナコイル $L_c$ の導線周囲のループ磁界 $H_a$ の利用が可能な位置であれば、TAGアンテナ23の配置位置は限定されない。即ち、TAGアンテナ23とアンテナシート61とが同一平面に配置される必要はない。

【0092】例えば、図6Bに示されるように、TAGアンテナ23は、アンテナシート61の長方形のアンテナパターン（アンテナコイル $L_c$ ）のうち、いずれかの一边に接するとともに、その一边の周囲に発生されるループ磁界 $H_a$ に大きく作用されるように設置されるとよい。この場合、アンテナシート61とTAGアンテナ23との幾何学的結合係数 $k$ の値が最も高められる。

【0093】またこのようなTAGアンテナ23の配置（図6Bに示されるような配置）は、図6Cに示されるように、逆にTAGアンテナ23からの磁界 $H_t$ が、アンテナシート61に効率良く伝達される。

【0094】なお、上述したように（図5Bの曲線（ $x$ シフト）81に示されるように）、TAGアンテナ23とアンテナシート61とが、図6Bに示されるように配置され（例えば、TAGアンテナ23の中心が、座標 $(17, 0, 0)$ に配置され）、幾何学的結合係数 $k$ の値が最大値となった場合（81-1点に示されるように、 $k(17) = 0.08$ となった場合）であっても、幾何学的結合係数 $k$ の値は遥か1には満たないが、TAGアンテナ23とアンテナシート61とが共振系を有することで比較的小さな結合係数においても十分な誘起電圧が得られることができる。

【0095】一方、TAGアンテナ23がアンテナシート61の幾何学的センターに配置されていた場合（TAGア

ンテナ23の中心が(0, 0, 0)に配置されていた場合)、アンテナシート61の導線周囲に発生されるループ磁界 $H_a$ のTAGアンテナ23に対する影響、およびTAGアンテナ23からの磁界 $H_t$ のアンテナシート61に対する影響が非常に小さくなり、その結果、幾何学的結合係数 $k$ の値はむしろ小さくなる( $k(0)$ =約0.015となる)。

【0096】これはTAGアンテナ23とアンテナシート61との大きさが非常に異なる場合において特徴的なことである。

【0097】ところで、非接触通信技術は非常に応用範囲が広く、様々な応用技術が提案されているが、上述したように、いったん設計された非接触通信システムにおいては、R/Wアンテナ22、またはTAGアンテナ23の仕様が決定された時点でシステムの通信距離が規定されてしまう。

【0098】即ち、TAGアンテナ23が小さく設計された非接触通信システムにおいては、その後いくらR/Wアンテナ22が大きく設計されたとしても、図2Bの曲線(アンテナ径3.6mmと10mmの組合せ)43に示されるように、TAGアンテナ23が小さい限り通信距離はTAGアンテナ23に見合って非常に短くなってしまう。逆も同様であり、図2Bの曲線(アンテナ径3.6mm)41と曲線(アンテナ径10mm)42とに示されるように、通信距離が拡大されるためには、双方のアンテナが大型化される必要がある。

【0099】しかしながら、R/W装置11は機器の設計自由度があり、大きなアンテナを有することも可能であるが、一方、規格化されたカセットなどのTAG装置12は、機器の設計自由度が小さく、大きなアンテナを有することは困難である。

【0100】そこで、上述したように、共振現象を利用したアンテナシート61が非接触通信基礎システム1に用いられるとともに、かつそれが適切にTAGアンテナ23の近傍に配置されることによって、R/Wアンテナ21とTAGアンテナ23とが、アンテナシート61を介して十分な通信距離で通信することが可能になる。

【0101】また、アンテナシート61がTAGアンテナ23の近傍に配置されることによって、TAGアンテナ23とアンテナシート61が一緒に取り扱われることができる。

【0102】ただし、アンテナシート61が中継アンテナとして有効に利用されるためには、アンテナシート61とR/Wアンテナ22との幾何学的結合係数 $k$ の値と、アンテナシート61とTAGアンテナ23との幾何学的結合係数 $k$ の値とがそれぞれ適切に調整される必要がある。

【0103】この例においては、これら2つの幾何学的結合係数 $k$ の値は、それぞれ臨界結合係数 $k_0$ の値にマッチングされるものとする。このアンテナシート61による臨界結合係数 $k$ と幾何学的結合係数 $k_0$ のマッチングの様子が、図7に示されている。

【0104】なお、図7Bは、上述した図5Bに対応し、一方、図7Cは、上述した図2Bに対応している。

【0105】図7Cの曲線 $k(z)$ 102に示されるように、共振の効果によって下げられた臨界結合係数 $k_0$ の値に対して、R/Wアンテナ22とアンテナシート61とでは遠距離 $z$ において幾何学的結合係数 $k(z)$ がマッチングされ、一方、図7Bの曲線 $k(x)$ 101に示されるように、アンテナシート61とTAGアンテナ23とでは甚だ異なるアンテナ径の大きさの差異が利用されて、アンテナシート61の導線の近傍において幾何学的結合係数 $k(x)$ がマッチングされている。

【0106】ところで、アンテナシート61とTAGアンテナ23との大きさが同程度である場合、アンテナシート61とTAGアンテナ23とが近傍に配置されると、両者は密結合の状態となり、共振周波数が通信搬送周波数から外れてしまい、通信搬送周波数において十分な共振が得られないという現象が起こる。即ち、アンテナシート61とTAGアンテナ23との近傍におけるマッチングに関しては、両者の大きさの違いが非常に効果的であることがわかる。

【0107】このようにしてマッチングされたそれぞれのアンテナは、実際には、例えば、図7Aに示されるように配置される。

【0108】即ち、アンテナシート61が基準とされた場合、R/Wアンテナ22は、その中心とアンテナシート61の中心との距離が $z$ となるとともに、その面(コイル $L_a$ のループ面)とアンテナシート61の面(コイル $L_c$ のループ面)とが平行になるように配置される(R/Wアンテナ22とアンテナシート61とは、距離 $z$ 1だけ離れて、対向するようにそれぞれ配置される)。

【0109】また、TAGアンテナ23は、アンテナシート61の中心との距離が $x$ 1に、即ち、アンテナシート61のアンテナパターン(コイル $L_c$ )の任意の一辺の近傍に配置されるとともに、そのアンテナパターンの一辺(導線)の周囲のループ磁界に大きく作用されるように配置される。

【0110】具体的には、図8Aに示されるように、例えば、TAG装置12は、アンテナシート61の辺61aに接するように同一平面上に配置されることができる。

【0111】このように、図1の非接触通信基礎システム1にアンテナシート61が付加された非接触通信システム111は、図8Bに示されるように構成される。なお、図8Bにおいて、図1の非接触通信基礎システム1に対応する部分には、対応する符号が付してある。

【0112】この構成例においては、上述したように、中継アンテナであるアンテナシート61が、R/W装置11のR/Wアンテナ22とTAG装置12のTAGアンテナ23との間に配置されている。

【0113】アンテナシート61は、上述したように、コイル $L_c$ およびキャパシタ $C_c$ からなる閉回路として形成

されている。即ち、アンテナシート 61 は、そのコイル Lc の第 1 の結合部 112 が R/W アンテナ 22 と相互インダクタンス M で電磁結合するためのループアンテナとして動作するとともに、そのコイル Lc の第 2 の結合部 113 が TAG アンテナ 23 と相互インダクタンス M で電磁結合するためのアンテナとして動作し、さらに所定の通信搬送周波数に共振する LC 共振回路としても動作する。

【0114】第 1 の結合部 112 は、図 8A では、アンテナシート 61 のアンテナパターン（コイル Lc）のループ全体に相当し、一方、第 2 の結合部 113 は、主にアンテナシート 61 のアンテナパターンの 1 つの辺 61a に相当する。即ち、上述したように、第 2 の結合部 113 の導線に流れる線電流が生成するループ磁界により、第 2 の結合部 113 と TAG アンテナ 23（コイル Lb）とが電磁結合される。

【0115】その他の構成は、図 1 と同様である。

【0116】アンテナシート 61 の動作は、上述した通りであり、また、非接触通信システム 111 の動作は、基本的に図 1 の非接触通信基礎システム 1 の動作と同様であるので、それらの説明は省略する。

【0117】なお、アンテナシート 61 と TAG アンテナ 12 とは、上述した条件、即ち、アンテナシート 61 のアンテナパターン（コイル Lc）の任意の辺の導線、または TAG アンテナ 12 のコイル Lb の導線に流れる電流がこれらの導線の周辺に生成した循環磁界により、アンテナシート 61 と TAG アンテナ 12 が相互インダクタンス M で電磁結合されるという条件が満たされれば、自在に配置されることができる。

【0118】例えば、アンテナシート 61 と TAG アンテナ 12 とはそれぞれ、図 9 に示されるように配置されることができる。

【0119】図 9A は、TAG 装置 12 とアンテナシート 61-1 がそれぞれ独立した平面上に配置された例である。ただし、図 8B の第 2 の接続部 113 は、主にアンテナパターン（コイル Lc）の辺 61-1a に相当する。

【0120】図 9B は、アンテナシート 61-2 の基板（シート）71 が、L 字型の平面、即ち、x-y 平面に平行な面 61-2a と x-z 平面に平行な面 61-2b とから構成される平面状のシートにより形成された例である。TAG 装置 12 は、例えば、面 61-2b 上、かつアンテナパターン（コイル Lc）の辺 61-2c に接するように配置される。即ち、図 8B の第 2 の接続部 113 は、主にアンテナパターン（コイル Lc）の辺 61-2c に相当する。

【0121】図 9C は、図 9B と同様に、アンテナシート 61-3 の基板（シート）71 が、L 字型の平面、即ち、x-y 平面に平行な面 61-3a と x-z 平面に平行な面 61-3b とから構成される平面状のシートにより形成された例である。ただし、面 61-3b は、図 9B の面 61-2b よりも小さく、例えば、TAG 装置 12

が丁度収まる程度の大きさに構成される。即ち、TAG 装置 12 は、例えば、面 61-3b 上、かつアンテナパターン（コイル Lc）の辺 61-3c、辺 61-3d、および辺 61-3e の 3 辺に接するように配置される。即ち、図 8B の第 2 の接続部 113 は、主にアンテナパターン（コイル Lc）の辺 61-3c、辺 61-3d、および辺 61-3e に相当する。

【0122】このように、アンテナシート 61 と TAG アンテナ 12 とは、実装される場所や大きさ、または製造における工程などが考慮された様々な形での配置が可能であり、非常に近接して配置されることができることから、アンテナシート 61 と TAG 装置 12 とは必要に応じて同一の装置として運用されることができる。

【0123】換言すると、アンテナシート 61 と TAG アンテナ 23 とは一体のアンテナとしてみなすことができる。即ち、アンテナシート 61 が使用されれば、TAG アンテナ 23 が変更されなくても、容易に通信範囲の拡大が達成されることができる。

【0124】ただし、上述したように、アンテナシート 61 と TAG アンテナ 23 との大きさの差は甚だ異なる必要がある。なぜならば、仮にアンテナシート 61 と TAG アンテナ 23 との大きさがほぼ等しい場合、幾何学的結合係数 k が低い臨界結合係数 k0 にマッチングされるためには、アンテナシート 61 と TAG アンテナ 23 とが離されて配置される必要があり、これでは実用上、容易に通信範囲の拡大が達成されたとは言いがたいからである。

【0125】また、特に、図 9A に示されるような配置方法、即ち、アンテナシート 61-1 の法線方向と TAG 装置 12 の TAG アンテナ 23 の法線方向とが垂直となるように配置させるという配置方法は、2 つのアンテナを対向させて通信するという従来の通信システムでは適用不可能であり、上述したアンテナ導線周囲のループ磁界が利用される方式が採用されて初めて可能になったものである。この配置方法は、以下の応用例においてもその効果を十分に発揮している。

【0126】即ち、図 10 は、図 8 の非接触通信システム 111 が適用されたビデオカセットシステムの構成例を表している。

【0127】現在、図 10A に示されるような小型の TAG 装置 12 が埋め込まれたビデオカセット 121 と、R/W アンテナ 22 が取り付けられたビデオカセットプレーヤ 122 とから構成されるビデオカセットシステムが商品化されている。

【0128】このシステムにおいては、ビデオカセット 121 がビデオカセットプレーヤ 122 内に装着された場合、ビデオカセット 121 に埋め込まれた TAG 装置 12（TAG アンテナ 23）と、ビデオデッキに取り付けられた R/W アンテナ 22 とが近距離において対向して、ビデオカセットプレーヤ 122 内で非接触通信が行われる。

10

20

30

40

50

【0129】このTAGアンテナ23は、ビデオデッキカセット121の形状に合わせて超小型に製作されており、主に近接距離（ビデオデッキカセットプレーヤ122内）での通信が目的とされたアンテナである。

【0130】このようなビデオカセット121に関しても、ビデオカセット121本体のTAG装置12が変更されることなく、図10Bに示されるように、アンテナシート61が追加されるだけで、容易にその通信距離が変更されることができる。

【0131】即ち、図10Bに示されるように、シート状に形成されたアンテナシート61が、ビデオカセット121と一緒にビデオカセットケース122に収められると、アンテナシート61とTAGアンテナ23とが最適な位置関係で配置されたことになり、その結果、TAGアンテナ23の通信距離が、見かけ上、延長される。

【0132】換言すると、TAGアンテナ23の大きさは、見かけ上、アンテナシート61の大きさに拡張されたことになり、それに応じたR/W装置（ビデオカセットプレーヤ122に搭載されているR/W装置11とは別のR/W装置）が使用されることで、遠距離での通信が可能となる。

【0133】このようにして、本来、近距離通信が目的とされた非接触通信基礎システム1において、アンテナシート61が追加されるだけで、TAG装置12本体が変更されることなく通信距離が延長されることができる。例えば、ユーザは、ビデオカセットケース122をアンテナシート61とともにビデオカセット121に挿入し、それをその他のR/W装置にかざすだけで、非接触通信を行わせることができる。

【0134】さらに、アンテナシート61が例えば図9Aのような形状の場合、アンテナシート61は、上述したように（図10Bに示されるように）、1枚のシート状に形成される他、例えば、図9Bのような形状の場合、カセットインデックスシート状（L字型）に形成されることができる。

【0135】このように、対応するR/Wアンテナ22にあわせてアンテナシート61の大きさが変更されることによって、通信距離の決定要因がR/Wアンテナ22とTAGアンテナ23の組み合わせではなく、R/Wアンテナ22とアンテナシート61の組み合わせになる。これはちょうどR/Wアンテナ22からは、TAG装置12のアンテナがアンテナシート61になったようにみなされることを意味している。

【0136】即ち、アンテナシート61は、小さなTAGアンテナ23の近傍に適切に設置されることにより、TAGアンテナ23が変更されたときと同じ効果を奏することができる。従って、製造者等は、TAGアンテナ23の大きさによらず、新たなR/Wアンテナを設計し、TAG装置12の通信距離を延長することができる。

【0137】さらに、アンテナシート61はTAGアンテ

ナ23に接して使用されるために、両者は一体に扱われることができ、実際の利用において非常に利便性の高いものとなる。

【0138】さらにまた、アンテナシート61は、アンテナパターン（コイルLc）と、共振を調整するための少ない容量のキャパシタCcとの2つ素子のみといった非常に簡素な構成で実現可能であり、非常に少ないコストで製造が可能であるとともに、配置上の自由度が比較的高いアンテナ装置である。

【0139】従って、アンテナシート61が適用された非接触通信システム111は、スペース上の理由からやむを得ずTAGアンテナ23が小さく設計されたが、用途に応じてTAG装置12の通信距離の延長が要求される場合等において、特に有効なシステムである。

【0140】また、非接触通信システム111は、1つのTAGアンテナ23に対して、R/Wアンテナ22以外の複数のR/Wアンテナを対応させることができる。即ち、製造者等は、配置スペースや用途に見合った通信距離に応じて複数のR/Wアンテナを設計することができ、その結果、上述したようなビデオカセットシステムの他、様々な非接触通信技術が利用されるシステムまたは装置等を製造することができる。

【0141】このように、非接触通信システム111は、アンテナの導線周囲のループ磁界を利用することを特徴としており、従来のアンテナパターン平面（コイルのループ平面）の法線方向に発生する磁界を利用する非接触通信システムとは明らかに異なるシステムである。

【0142】ところで、このアンテナの導線周囲のループ磁界を利用するという手法は、アンテナシート61が使用されない場合であって、二つのアンテナの大きさが非常に異なるようなときにおいて、同様に適用されることができる。

【0143】即ち、図1の非接触通信基礎システム1において、例えば、R/Wアンテナ22がTAGアンテナ23に比較して甚だ大きい場合、図11に示されるように、TAGアンテナ23が、その法線方向とR/Wアンテナ22の法線方向とが一致されるように、アンテナシート61の中心位置131付近に配置されたとき、R/W装置11は、TAG装置12から情報を読み取ることが困難となる。

【0144】一方、R/Wアンテナ22の導線の周りに発生されるループ磁界を受けるような淵、即ち、エッジ位置132付近に、TAGアンテナ23が配置されたとき、R/W装置11は、TAG装置12から情報を読み取ることが可能となる。

【0145】このように、上述した手法（アンテナの導線周囲のループ磁界を利用する手法）は、R/Wアンテナの淵にTAGアンテナを配置して通信する様な非接触通信システムに適用されることができる。

【0146】なお、図11においては、R/Wアンテナ22がTAGアンテナ23に比較して甚だ大きい場合につい

て図示されているが、R/Wアンテナ 22 が TAG アンテナ 23 に比較して甚だ小さい場合についても、上述した手法（アンテナの導線周囲のループ磁界を利用する手法）は適用されることができる。

【0147】また、本明細書において、システムとは、処理手段、および複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

【0148】

【発明の効果】以上のごとく、本発明の非接触通信システム、並びに非接触通信補助装置および方法によれば、10 通信距離を延長することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用される非接触通信基礎システムの構成例を示す図である。

【図2】図1の非接触通信基礎システムのR/WアンテナとTAGアンテナの、それぞれの間の距離、径、および幾何学的結合係数の関係例を示す図である。

【図3】本発明が適用されるアンテナシートの構成例を示す図である。

【図4】図3のアンテナシートの配置の構成例を示す図20 である。

【図5】図3のアンテナシートと図1の非接触通信基礎システムのTAGアンテナとの配置位置、および幾何学的結合係数の関係例を示す図である。

【図6】図3のアンテナシートの原理、および図3のアンテナシートと図1の非接触通信基礎システムのTAGア

ンテナの配置位置の関係例を説明する図である。

【図7】図3のアンテナシートと図1の非接触通信基礎システムのTAGアンテナとの幾何学的結合係数のマッチング、および、図3のアンテナシートと図1の非接触通信基礎システムのR/Wアンテナとの幾何学的結合係数のマッチングの例を模式的に示す図である。

【図8】図3のアンテナシートが図1の非接触通信基礎システムに搭載された本発明が適用される非接触通信システムの構成例を示す図である。

【図9】図8の非接触通信システムのアンテナシートとTAGアンテナの実装例の構成を示す図である。

【図10】図8の非接触通信システムが適用されたビデオセットシステムの構成例を示す図である。

【図11】図1の非接触通信基礎システムのTAGアンテナとR/Wアンテナの配置の応用例の構成を示す図である。

【符号の説明】

1 非接触通信基礎システム, 11 R/W装置, 12 TAG装置, 21 R/W主装置, 22 R/Wアンテナ, 23 TAGアンテナ, 24 LS変調回路, 25 TAG主装置, 61 アンテナシート, 71 基板, 111 非接触通信装置, 112 第1の結合部, 113 第2の結合部, Ra, Rb, Rc 抵抗, La, Lb コイル, Lc アンテナコイル, Ca, Cb, Cc キャパシタ, Ha, Hr, Ht 磁界,  $i_r$ ,  $i_t$  誘導電流

【図1】

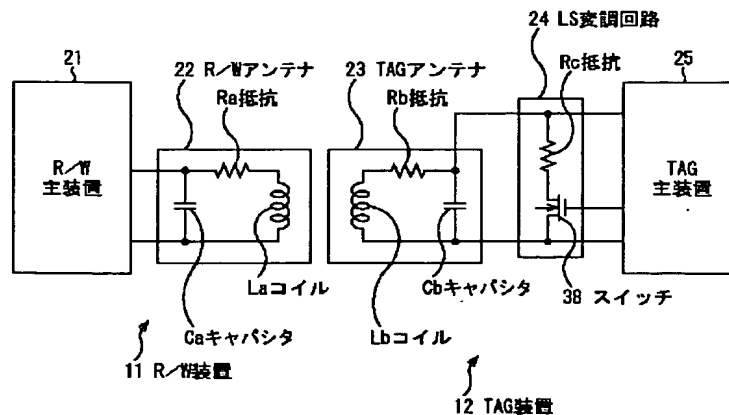
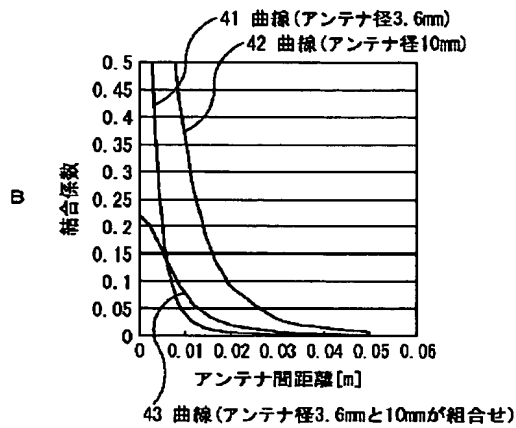
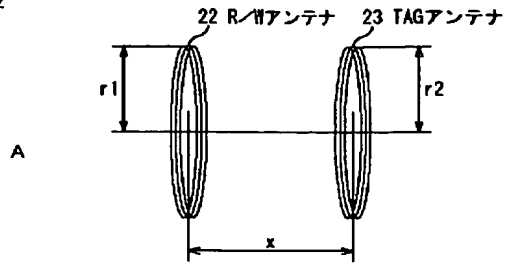


図1

非接触通信基礎システム 1

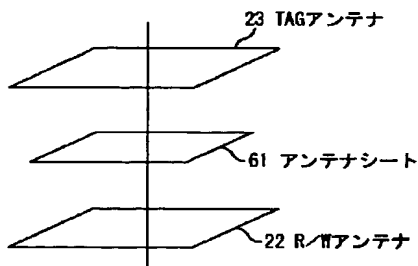
【図2】

図2



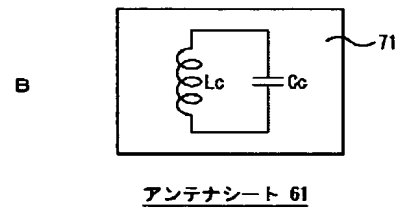
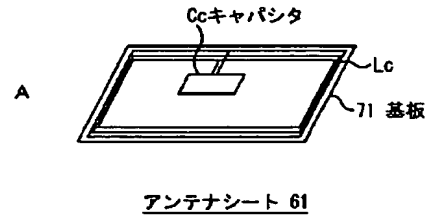
【図4】

図4



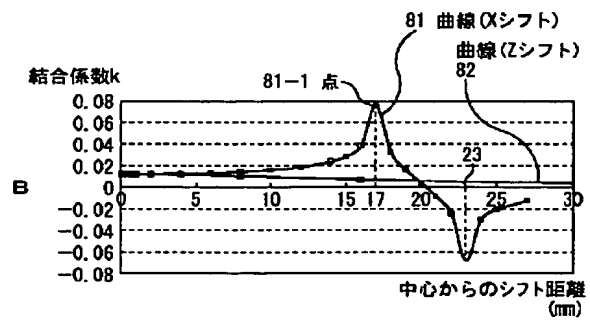
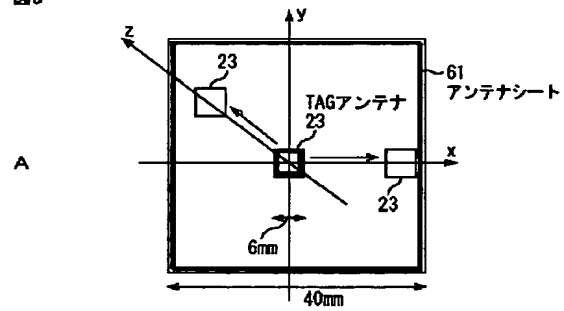
【図3】

図3



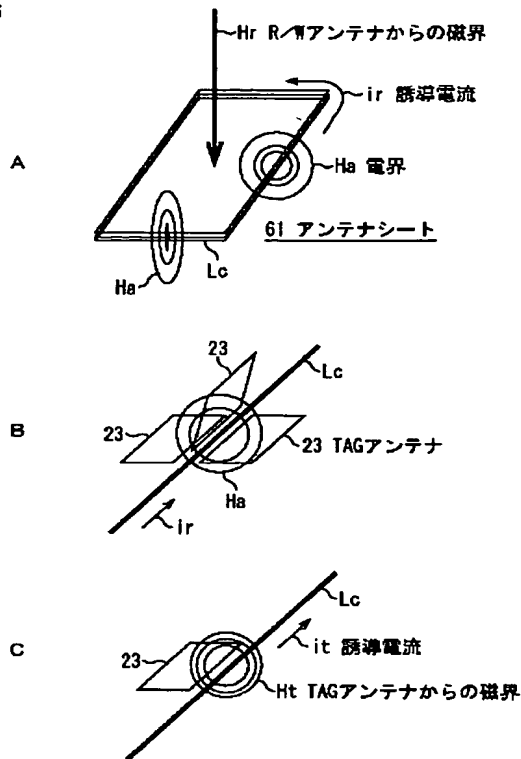
【図5】

図5



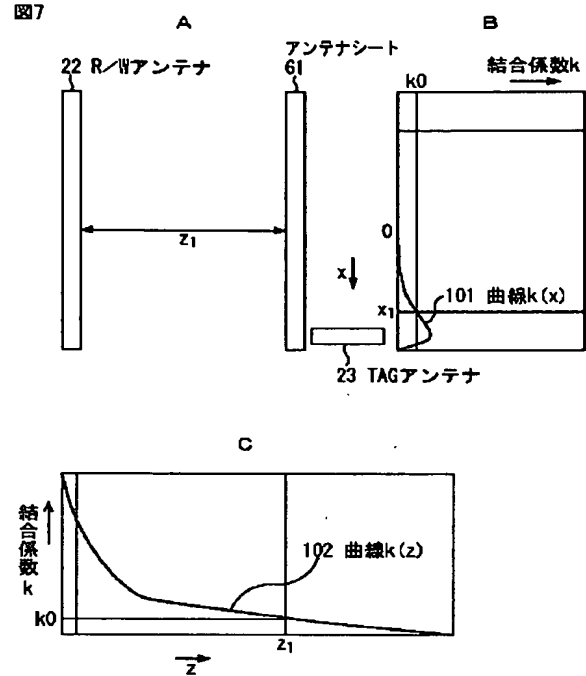
【図6】

図6



【図7】

図7



【図8】

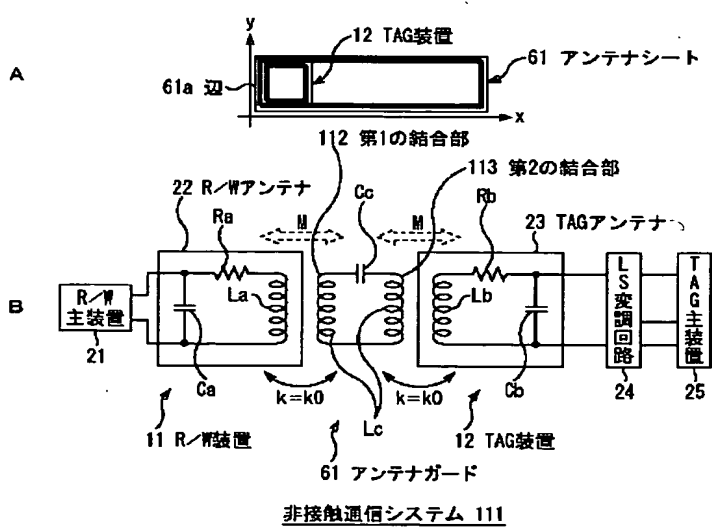
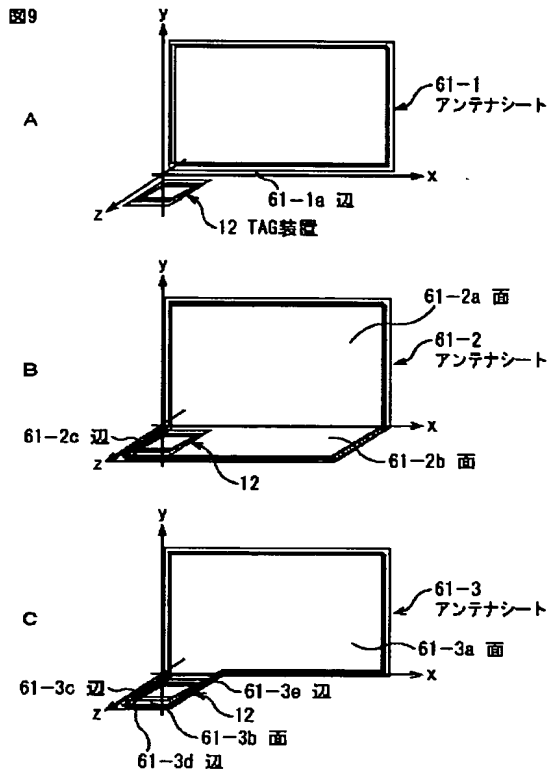


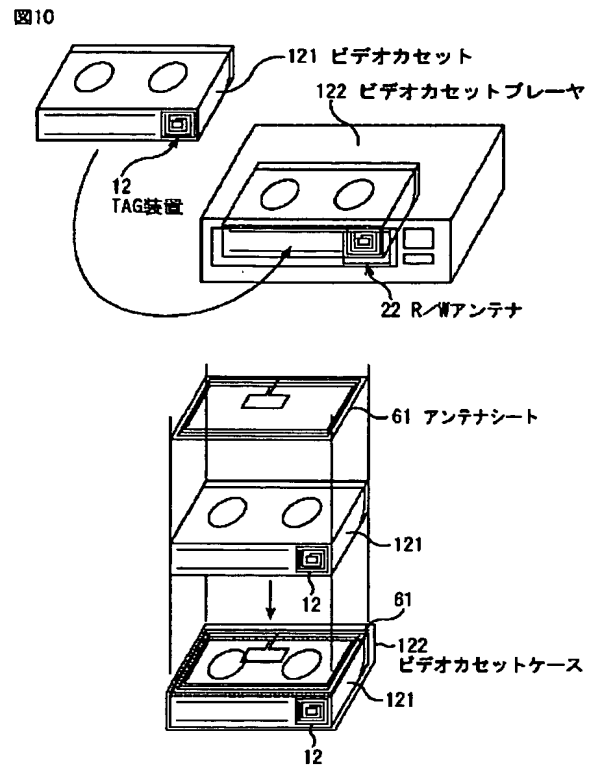
図8



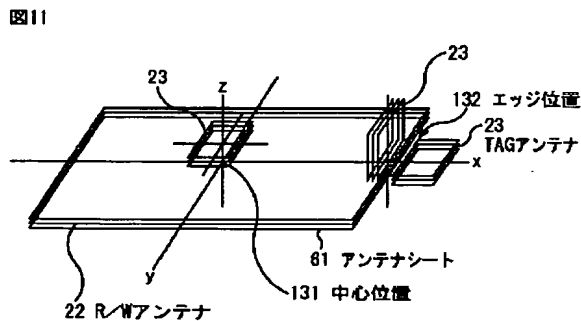
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72) 発明者 細見 宙史  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

Fターム(参考) 5B058 CA15 KA24  
5K012 AA03 AB03 AC06 AC08 AC10  
BA02